Е. М. Мартынов

ЭЛЕКТРОННЫЕ УСТРОЙСТВА ДИСКРЕТНОГО ДЕЙСТВИЯ

ГОСЭНЕРГОИЗДАТ

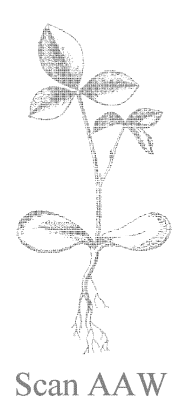


МАССОВАЯ РАДИОБИБЛИОТЕКА

Выпуск 381

Е. М. МАРТЫНОВ

ЭЛЕКТРОННЫЕ УСТРОЙСТВА ДИСКРЕТНОГО ДЕЙСТВИЯ





ГОСУДАРСТВЕННОЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МОСКВА 1960 ЛЕНИНГРАД

В книге описываются схемы и конструкции ряда автоматических электронных устройств на транзисторах, полупроводниковых диодах, ферритовых сердечниках с прямоугольной петлей гистерезиса и газоразрядных приборах, работающих с дискретной информацией (электронные телеграфные ключи, электронные программирующие часы и устройства управления по радио движущимися моделями) Даны рекомендации по их конструированию и налаживанию.

Книга рассчитана на подготовленных радиолюбителей, руководителей электротехнических и радиотехнических кружков и может быть полезна также инженерам и техникам, работающим в области автоматики.

Мартынов Евгений Михайлович

ЭЛЕКТРОННЫЕ УСТРОЙСТВА ДИСКРЕТНОГО ДЕЙСТВИЯ

Редактор *Г. И. Жилейко* Техн. редактор *Н. И. Борунов*

Сдано в набор 11/VII 1960 г. Подписано к печати 17/IX 1960 г.
Т-11682. Бумага 84×108¹/₃₂ 7,38 печ. л. Уч.-изд. 7,5
Тираж 40 000 экз. Цена 3 руб. (с 1.I. 1961 г. цена 30 коп.). Зак. 2353

Типография Госэнергоиздата. Москва, Шлюзовая наб., 10.

ВВЕДЕНИЕ

Автоматизация производственных процессов всех отраслей народного хозяйства является решающим условием успешного выполнения семилетнего плана развития народного хозяйства нашей страны, разработанного XXI съездом КПСС. Без внедрения новой техники, комплексной механизации и автоматизации производственных процессов невозможно создание материально-технической базы коммунизма.

На основе широкой автоматизации производства поставлена задача коренным образом облегчить и улучшить условия труда, ликвидировать различие между умственным и физическим трудом и резко поднять его производительность.

Развитие современной автоматики немыслимо без широкого использования средств электронной техники, в том числе полупроводниковых приборов и ферромагнитных материалов, аппаратура с использованием которых обладает малым потреблением энергии от источников питания, малыми габаритами и достаточно высокой надежностью в работе. Важным достоинством электронных приборов является исключительно высокое быстродействие, позволяющее управлять многими объектами, движущимися с большими скоростями.

Все применяемые в настоящее время средства автоматики, в том числе и вычислительные машины, являющиеся автоматами для переработки информации, по принципу действия разделяются на два больших класса: устройства непрерывного действия и устройства дискретного действия. Это деление обусловлено видом представления управляющих сигналов — носителей информации.

В электронных устройствах непрерывного действия управляющие сигналы или информация, подлежащая пере-

работке, представляются в виде непрерывных значений напряжений, тока и фазы электрических колебаний. В механических устройствах управления непрерывного действия участвующие величины представляются в виде углов поворота валов, длин перемещения определенных деталей и т. п.

В устройствах дискретного действия, описываемых в этой книге, управляющие сигналы представляются в виде дискретных, резко различных значений той или иной величины. Примерами подачи подобных сигналов могут служить электромагнитные реле (контакты которых могут только включать или выключать электрический ток), крыло железнодорожного семафора, огни светофора и даже обыкновенная электрическая цепь с кнопкой и батареей на одном конце и звонком — на другом.

В приведенных примерах можно заметить одну общую особенность. Крыло семафора при подаче сигнала передвигается в одно из крайних положений. Если же крыло семафора окажется в промежуточном положении, то машинисту локомотива трудно понять, какой подан сигнал. Вероятнее всего, что произошла ошибка. Реле может находиться только в двух крайних состояниях: якорь притянут или не притянут. И, наконец, в последнем примере, нажимая кнопку или отпуская ее, мы заставляем звонок звонить или молчать; среднего состояния быть не может.

Хотя для передачи сигналов были использованы те же физические средства, что и в устройствах непрерывного действия, существенно отличным оказался способ представления информации, который и называется дискретным.

Важнейшая особенность автоматических устройств дискретного действия заключается в том, что элементы подобных устройств работают по грубому принципу: «да» или «нет», т. е. сигнал имеется или сигнал отсутствует.

Благодаря такому принципу изменение параметров схем не сказывается на правильности работы автоматических устройств, и поэтому устройства весьма надежны в эксплуатации.

Дискретные значения параметров обычно принято обозначать так: сигнал имеется — «1», сигнал отсутствует — «0».

Необходимо отметить, что точность работы автоматических устройств непрерывного действия, вообще говоря, ниже, а их электрические схемы—значительно сложнее, более громоздки и менее надежны в эксплуатации по сравнению

с устройствами дискретного действия. Основной недостаток устройств непрерывного действия заключается в необходимости поддерживать с большой точностью постоянство параметров схем при колебаниях напряжений, температуры и других факторов. Кроме того, устройства непрерывного действия не решают логических задач.

Вследствие этого в последнее время автоматические устройства дискретного действия получили весьма широкое применение.

Цель данной книги — привлечь практическими примерами внимание радиолюбителей к устройствам, работающим с информацией дискретного вида и применяемым для различных целей автоматизации, программирования и управления производственными процессами.

Описываемые устройства, разработанные автором и расположенные в книге в порядке возрастания их сложности, подобраны таким образом, что они могут представлять как практический интерес для применения их в народном хозяйстве, так и познавательный интерес в деле повышения уровня радиотехнических знаний радиолюбителей.

Следует указать, что описываемые автоматические устройства являются в целом сложными устройствами, но в то же время применяемые в них схемы во многих случаях проще, чем схемы в обычном радиоприемнике. Поэтому подобные устройства могут быть быстро освоены не только подготовленными, но и начинающими радиолюбителями под руководством опытных руководителей радио- и электротехнических кружков.

Ввиду небольшого объема книги в нее не включены описания принципов работы отдельных элементов и устройств, таких, как триггеры, мультивибраторы и др. Эти устройства достаточно подробно описаны во многих изданиях Массовой радиобиблиотеки и другой литературе.

ГЛАВА ПЕРВАЯ

АВТОМАТИЧЕСКИЕ ТЕЛЕГРАФНЫЕ КЛЮЧИ

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ИЗ ТЕЛЕГРАФИИ

Телеграф — одно из основных средств быстрого обмена документальной информацией. Вместе с тем по телеграфу могут также вестись и переговоры непосредственные, двусторонние. Исключительно большое значение приобрело применение буквопечатающей аппаратуры для работы по радио, что чрезвычайно повысило роль телеграфа как в общей системе народного хозяйства, так и в военном деле

В современной телеграфной связи носителем передаваемых сообщений является электрический сигнал, который может быть передан по проводам или радиолиниям. В телеграфии сигналом называют один или группу электрических импульсов, представляющих собой условное обозначение передаваемого сообщения. Между сигналом и сообщением должно быть однозначное соответствие, чтобы на приемном конце сигнал мог быть снова превращен в сообщение, тождественное переданному. Это обратное превращение выполняется приемником телеграфного аппарата. Однозначное соответствие между сигналом и сообщением в телеграфной передаче достигается путем введения определенной системы кодирования сигналов.

В общем случае сущность кодирования заключается в том, что информация, отражающая какой-либо факт или событие, преобразовывается из одного физического алфавита в другой. Например, мы видим, что надвигается ураган. Воспринятая человеком информация о происходящем событии — приближении урагана — и изображенная на бумаге в виде определенного сочетания букв письменного алфавита и есть не что иное как кодирование, т. е. преобразование одного физического алфавита — алфавита приро-

ды — в другой — сознание факта и отражение его в виде текста сообщения. Последний в свою очередь для передачи по каналу связи может быть преобразован в следующий алфавит, например в электрические импульсы, чем-либо отличающиеся друг от друга.

В телеграфии письменный алфавит преобразуется в определенную последовательность импульсов электрического тока в соответствии с телеграфным кодом. На приемном конце эти импульсы воздействуют на приемник телеграфного аппарата, который производит обратное превращение принятых сигналов в сообщение в форме текста.

Система телеграфной связи может быть представлена в виде блок-схемы, приведенной на рис. 1. Из схемы видно, что система связи состоит из передатчика, приемника и линии связи (проводной или радио), а также источников внутренних и внешних помех, снижающих устойчивость и надежность телеграфной связи. Превращение сообщения в сигнал и, наоборот, сигнала в сообщение выполняется автоматически телеграфным аппаратом или вручную оператором.

Рис. 1. Блок-схема телеграфной связи.

В последнее время для передачи сообщений по линиям связи разработано большое количество разнообразных кодов, которые по количеству используемых импульсных признаков разделяются на двухпозиционные (двоичные), трехпозиционные (троичные) и т. д.

Двухпозиционные коды основаны на представлении знаков письменного алфавита в виде двоичных чисел, когда каждый разряд двоичного числа представляется в виде дискретных значений: «1» и «0».

По степени помехозащищенности и экономичности коды разделяются на обыкновенные, оптимальные и корректирующие. В свою очередь корректирующие коды разделяются на коды с обнаружением ошибок и на коды с обнаружением и исправлением ошибок.

По времени, которое необходимо для передачи каждой комбинации, коды разделяются на равномерные и неравномерные.

Комбинации равномерного кода составляются из последовательности одинакового количества элементарных импульсов, обычно пятиразрядных (код Бодо и СТ-35). Комбинации для некоторых знаков представлены на рис. 2,*а*.

Элементарным импульсом называется самый короткий импульс, положенный в основу телеграфного кода. Длительность элементарного импульса будем обозначать буквой τ.

Пятиразрядный код позволяет получить 32 комбинации импульсов:

$$A = 2^n = 2^5 = 32,$$

где n — число разрядов в кодовой комбинации импульсов.

Для обычного текста телеграмм необходимо иметь 54 комбинации, обозначающие 32 буквы алфавита, 10 цифр и 12 знаков препинания. Для кодирования такого количества знаков наиболее близко подходит шестиразрядный код ($n=6$), с помощью которого можно образовать 64 различные комбинации

Однако в буквопечатающих аппаратах имеется возможность одной и той же комбинацией обозначать два различных знака обычно букву и цифру — и с помощью специального приспособления, называемого регистром, отпечатать по желанию тот или другой знак, например так, как это сделано в пишущих машинках (принципы построения регистрового кода см. на стр. 122). В этом случае число необходимых комбинаций может быть уменьшего вдвое. Такое число комбинаций можно образовать с помощью пятиразрядного кода.

Из приведенных на рис. 2,*а* примеров для некоторых комбинаций знаков равномерного пятиразрядного телеграфного кода видно, что все комбинации составлены из пяти разрядов («1» и «0»), следовательно для их передачи требуется одинаковое время.

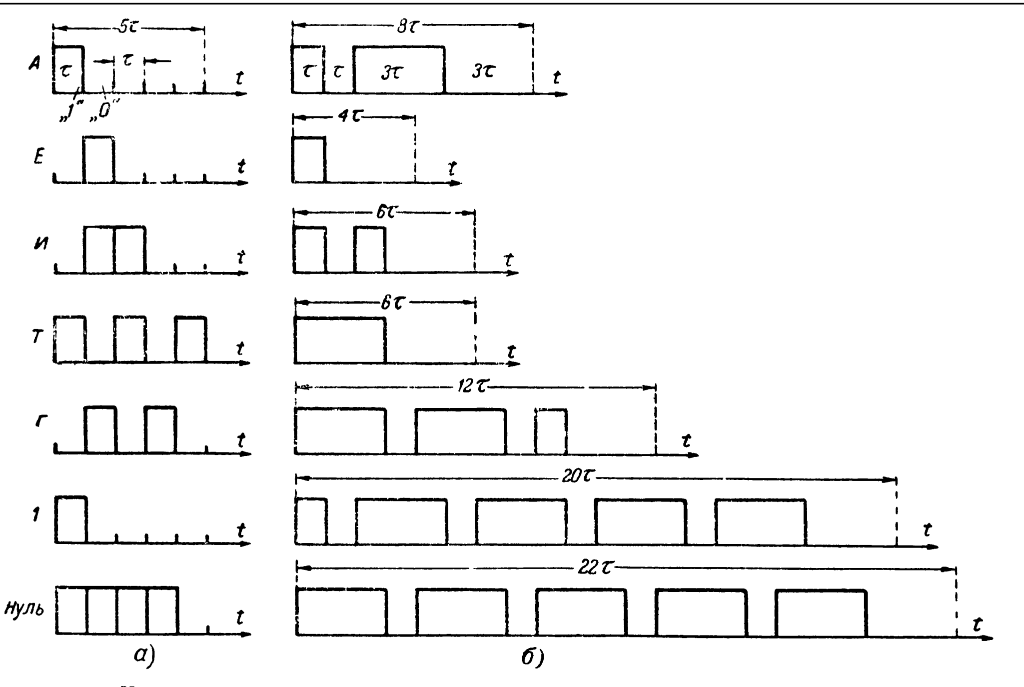


Рис. 2. Комбинации телеграфных импульсов для букв **А, Е, И, Т, Г** и цифр **1** и **0**.
а — равномерный пятиразрядный код, *б* — неравномерный код Морзе («1» обозначает присутствие тока, «0» — отсутствие тока).

Одним из преимуществ равномерного пятиразрядного кода по сравнению с неравномерным является то, что конструкция буквопечатающих телеграфных аппаратов с равномерным кодом значительно проще.

Недостаток равномерного пятиразрядного кода — трудность чтения его комбинаций из-за отсутствия пробелов между буквами и словами и невозможность передачи импульсов по этому коду при помощи простейших передатчиков, например ключа.

Рассмотренный код называется обыкновенным, так как в нем для передачи информации использованы все комбинации, получаемые из данного количества элементов (разрядов).

Соответственно, если для передачи информации используются не все возможные комбинации, получаемые из данного количества разрядов, то такой код называется кодом, корректирующим ошибки, или просто корректирующим кодом. Некоторые подробности о принципе построения корректирующих кодов даны в гл. 3 (см. стр. 104 и 123).

Неравномерный код характеризуется тем, что каждая его комбинация образуется из последовательности разных количеств элементарных импульсов. К этой группе относится код Морзе.

Рассмотрим принципы построения кода Морзе. Код Морзе является двухпозиционным кодом. По коду Морзе каждому знаку соответствует комбинация из коротких и длинных импульсов тока. Короткий импульс называется точкой, а длинный, равный по своей длительности трем точкам, называется тире. Точка и тире, составляющие комбинацию знака, отделяются друг от друга пробелами, равными по длительности одной точке, а цифры и буквы в слове — пробелами, равными по длительности трем точкам. Слова и числа друг от друга отделяются пробелом, равным по длительности пяти точкам.

На рис. 2,*б* показаны комбинации телеграфных импульсов для некоторых букв и цифр по коду Морзе. Из рисунка видно, что промежутки времени, которые необходимо затратить на передачу отдельных букв и цифр этим кодом, неодинаковы. Самая короткая комбинация — буква **Е** — с учетом пробела равна по времени четырем элементарным импульсам, а самая длинная — 0 (нуль) — 22 элементарным импульсам.

Эта неравномерность комбинаций является основным недостатком кода Морзе, которая сильно усложняет конст-

рукцию буквопечатающих телеграфных аппаратов Вследствие этого буквопечатающие аппараты, работающие кодом Морзе, не получили широкого распространения.

Второй недостаток передачи кодом Морзе состоит в том, что требуется много времени для обучения операторов передаче. Кроме того, утомительно вести ручную передачу длительное время.

Третий недостаток этого кода заключается в том, что на передачу одного знака (с учетом пробелов) в среднем требуется большое количество импульсов — около 9,5 элементарных импульсов на каждый знак. С этой точки зрения код Морзе неэкономичен.

Однако код Морзе по принципу построения относится к числу оптимальных кодов, так как в нем наиболее часто повторяющиеся комбинации знаков имеют наименьшую среднюю длину.

Именно по такому принципу и был в свое время составлен код Морзе для английского языка. Например, в английском языке чаще всего встречается буква **E.** Код Морзе присваивает ей наиболее короткое обозначение — точку. В русском же языке чаще всего встречается буква **О**, имеющая в принятом коде довольно длинное обозначение — три тире. Таким образом, принятый у нас код Морзе можно было бы усовершенствовать. Это дало бы сокращение средней длины комбинации примерно на 8%. Однако такая экономия едва ли оправдала бы необходимость переучивания всех телеграфистов, работающих кодом Морзе. Но и это усовершенствование не делает его более оптимальным по сравнению с равномерным кодом. Для того чтобы код Морзе стал полностью оптимальным, необходимо его сделать непрерывным, т. е. без пауз между знаками и словами, но такой код для слуховой связи становится непригодным.

К положительным свойствам кода Морзе следует отнести легкую запоминаемость, возможность записи простейшими средствами и приема на слух при сильных помехах, поступающих из канала связи. Благодаря этому код Морзе имеет широкое применение на любительских и военных радиосвязях при наличии помех, так как слуховой аппарат человека является наиболее чувствительным прибором, обладающим более высокой исправляющей способностью, чем все существующие подобные электронные приборы.

В настоящее время в связи с изобретением дешевых, малогабаритных и долговечных бесконтактных переклю-

чающихся устройств отмеченные недостатки кода Морзе успешно преодолеваются как путем преобразования неравномерного кода Морзе в равномерный с последующим использованием стандартных аппаратов типа «Телетайп» (СТ-35), так и применением автоматических электронных ключей, в которых вместо принятых вертикальных ключей применен ключ горизонтального типа. Такой ключ управляет специальной схемой, которая формирует все элементы азбуки Морзе. Описание подобных ключей и является предметом данной главы книги.

ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ АВТОМАТИЧЕСКИХ КЛЮЧЕЙ

Применение автоматических ключей, получивших в последнее время широкое распространение как среди радиолюбителей, так и среди профессионалов, является типичным примером автоматизации утомительной ручной передачи на телеграфном ключе кодом Морзе.

Преимущества автоматизированных телеграфных ключей для слуховой радиосвязи перед обычными ключами Морзе состоят в следующем.

Во-первых, автоматизированные ключи значительно облегчают работу руки оператора при передаче текста за счет уменьшения числа манипуляций ключом. Например, буква **Ш** передается одним нажатием вместо четырех, как это имеет место на обычном ключе. Это, а также и то, что автоматизированные ключи позволяют руке работать с опережением почти на длительность двух точек допускает возможность вести передачу со значительно большей скоростью, чем на обычных ключах.

Во-вторых, при работе с автоматизированными ключами качество передачи получается таким же, как и при применении электронных трансмиттеров. Следовательно, ввиду высокой четкости сигналов прием их значительно облегчен.

В-третьих, немаловажными факторами для служебных радиосвязей являются отсутствие почерка оператора и возможность работы на движущихся объектах.

В-четвертых, применение автоматических ключей уменьшает срок обучения операторов передаче на ключе

Опыт применения автоматических ключей показал, что оператор, умеющий принимать на слух код Морзе, может научиться передавать его за 10—15 *ч*. При этом максимальная скорость передачи определяется возможной скоростью приема на слух оператором, ведущим передачу.

Применяемые в радиолюбительской практике автоматические электронные ключи разделяются на две группы. Первая группа — ключи без калибровки интервалов в знаке, между знаками и словами, вторая — ключи с калибровкой всех элементов азбуки Морзе.

В первой группе ключей калибровка интервалов не применяется только для того, чтобы уменьшить потребление питания и размеры ключа. Например, ключ, описанный в журнале QST и позволяющий калибровать все элементы азбуки Морзе, содержал 15 радиоламп, в том числе и двойные триоды.

В настоящее время при наличии полупроводниковых приборов и магнитных материалов с прямоугольной петлей гистерезиса имеет смысл конструировать ключи только

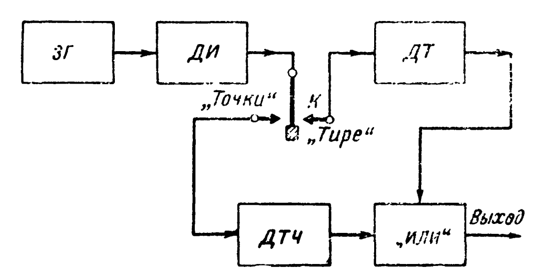


Рис. 3. Упрощенная блок-схема автоматического телеграфного ключа, формирующего все элементы азбуки Морзе.

второй группы, так как получаемые с их помощью сигналы имеют высокую четкость, позволяющую вести не только слуховой прием, но и буквопечатающий.

Подобные ключи можно построить или полностью на полупроводниковых приборах, или в комбинации полупроводниковых приборов с приборами на ферритовых сердечниках (торами). Первые более просты в изготовлении и налаживании. Поэтому они могут быть рекомендованы для мало подготовленных радиолюбителей.

Блок-схема ключа, калибрующего все элементы азбуки Морзе и построенного на любых переключающихся элементах, будет выглядеть так, как показано на рис. 3, где *ЗГ* — непрерывно работающий генератор импульсов (любого типа) с периодом повторения, равным длительности точки, и являющийся задающим генератором, определяющим скорость манипулирования; *ДИ* — датчик интервалов, являю-

щийся по существу делителем частоты на 2; *ДТ* — датчик тире — схема, обеспечивающая после ее запуска импульсом от *ДИ* формирование тире, т. е. импульсов продолжительностью, равной трем точкам или трем периодам импульсов задающего генератора; *ДТЧ* — датчик точек—схема, обеспечивающая при ее запуске от *ДИ* формирование точек, продолжительность которых равна одному периоду повторения задающего генератора; «ИЛИ» — схема сложения, позволяющая объединять в общую последовательность импульсы, получаемые в раздельных каналах формирования точек и тире; *К* — ключ горизонтального типа.

Из блок-схемы очевидно, что при переводе ключа *К* в положение «Точки» или «Тире» соответствующие им устройства запускаются через четное количество периодов задающего генератора. Эти устройства в свою очередь формируют импульсы точек или тире, длительности которых равны нечетному количеству периодов задающего генератора. Следовательно, наличие датчика интервалов автоматически обеспечивает интервалы в знаке, между знаками и словами, причем длительности этих интервалов равны нечетному количеству периодов повторения задающего генератора.

Также очевидно, что удержание ключа *К* в одном из положений на все время формирования точек или тире не является необходимым; это обстоятельство позволяет переводить ключ из одного крайнего положения в другое или нейтральное положение сразу же после начала формирования точек или тире, т. е. можно переводить ключ со значительным опережением по отношению к поступающим управляющим импульсам *ДИ*.

Например, надо послать букву **А** (точка — тире). Переводим ключ в положение «Точки». Как только начнется автоматическое формирование точки, ключ может быть немедленно переведен в положение «Тире», т. е. с опережением на две точки, а, например, при посылке буквы **Н** (тире — точка) ключ можно перевести с опережением на четыре точки.

Если же ключ *К* оставить в одном из крайних положений, то схема будет непрерывно формировать точки или тире, и таким образом, одним нажатием ключа можно сформировать целый знак, например, букву **Ш**, за одно нажатие вместо четырех, как это имеет место на обычном ключе.

Рассмотренная схема является неполной, так как в ней не предусмотрена синхронизация конца точек и тире, нет устройства, позволяющего вести контроль за своей работой. Поэтому реальные схемы ключей оказываются более сложными.

АВТОМАТИЧЕСКИЙ КЛЮЧ НА ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРАХ

Блок-схема автоматического ключа (рис. 4) состоит из следующих элементов: 1) генератора синхронизирующих импульсов *ГИ* в виде мультивибратора с периодом колебания $T=2\tau$, где τ — длительность точки; поскольку мультивибратор имеет два парафазных выхода, напряжения на которых сдвинуты относительно друг друга на 180° (см. рис. 5 — оси времени *1* и *2*), то можно использовать его одновременно в качестве датчика интервалов; для этого

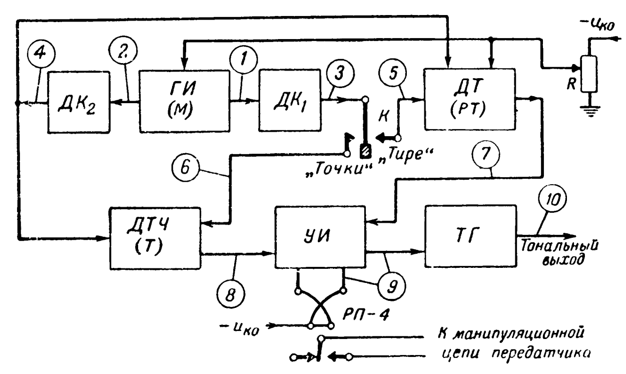


Рис. 4. Блок-схема автоматического телеграфного ключа на полупроводниковых приборах.
Временные соотношения импульсов в точках, отмеченных цифрами, даны на рис. 5.

один из выходов мультивибратора служит для формирования начала тире или точек, а второй — для формирования конца тире или точек; благодаря этому автоматически обеспечивается разделение элементов азбуки Морзе интервалами, равными нечетному количеству точек; 2) дифференцирующих цепей $ДК_1$ и $ДК_2$; 3) датчика тире *ДТ*; 4) датчика точек *ДТЧ;* 5) усилителя импульсов *УИ,* в котором происходит также сложение в общую последовательность импульсов, получаемых в раздельных каналах датчиков тире и точек; выход усилителя подключается

к манипуляционной цепи или непосредственно, или через поляризованное реле; 6) тонального генератора *ТГ*, модулирующего импульсы, получаемые с выхода усилителя;

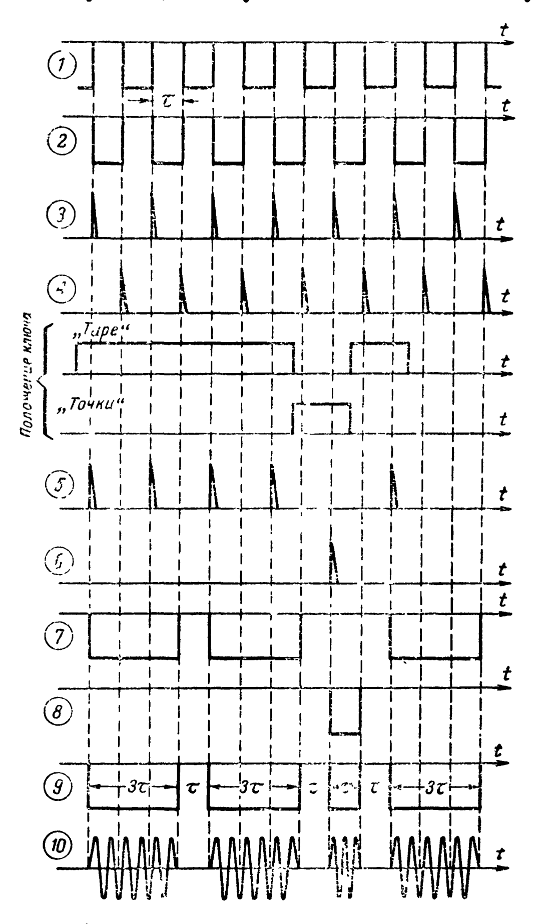


Рис. 5. Временные соотношения импульсов в основных узлах блок-схемы на рис. 4.

1 и *2* — напряжения на парафазных выходах *ГИ*, *3* и *4* — напряжения на выходах $ДК_1$ и $ДК_2$; *5* — напряжение на входе *ДТ*; *6* — напряжение на входе *ДТЧ*, *7* — напряжение на выходе *ДТ*; *8* — напряжение на выходе *ДТЧ*, *9* — напряжение на выходе *УИ*; *10* — напряжение на выходе *ТГ*.

7) переменного сопротивления *R*, с помощью которого устанавливается необходимая скорость манипулирования на ключе; 8) ключа *К* горизонтального типа.

На рис. 4 и всех последующих $U_{к0}$ означает напряжение источника питания схемы.

Взаимодействие перечисленных элементов происходит следующим образом. Допустим, что в какой-то момент времени ключ K из нейтрального положения переведен в положение «Тире». Напряжение, поступающее с мультивибратора, проходя через дифференцирующую цепь $ДK_1$ и нож ключа K, запускает датчик тире — реактивный триггер с одним устойчивым состоянием, который находится в переключенном состоянии в течение времени, соответствующего трем точкам (3τ). Поэтому, после того как сработает датчик тире, ключ K может быть переведен в нейтральное положение. Если же ключ не будет переведен в нейтральное положение, то датчик тире будет работать непрерывно, создавая ряд тире, отделенных друг от друга интервалом, равным одной точке (ось времени 7 на рис. 5).

При переводе ключа в положение «Точки» сработает датчик точек (триггер с двумя устойчивыми состояниями), который через интервал времени, равный τ, возвратится в исходное состояние.

Принципиальная схема автоматического ключа представлена на рис. 6, а временны́е соотношения импульсов в основных узлах схемы показаны на рис. 5. В исходном состоянии транзисторы триггера — датчика тире находятся: T_3 — в закрытом и T_4 — в открытом состояниях, а транзисторы триггера — датчика точек T_5—в закрытом и T_6—в открытом состояниях. Транзистор усилителя импульсов T_7 и транзистор тонального генератора T_8 находятся в закрытом состоянии. Первый — за счет шунтирования перехода база-эмиттер транзистора низкоомным сопротивлением R_{20}, второй — за счет автоматического смещения, подаваемого на базу с делителя напряжения, составленного из сопротивлений R_{26} и R_{27}.

Частота мультивибратора (транзисторы T_1 и T_2) и длительность импульса, генерируемого датчиком тире, определяются постоянными времени цепей, состоящих из конденсаторов и сопротивлений C_2R_3, C_3R_2 и C_5R_6, а также напряжением, подводимым на базы транзисторов с потенциометра R_{12}. Потенциометр позволяет регулировать изменение скорости манипулирования на ключе в пределах $\pm 15\%$. Запуск триггеров от мультивибратора осуществляется импульсами положительной полярности, подаваемыми с дифференцирующих цепей, например с C_4R_8, через полупроводниковые диоды на базы открытых транзисторов

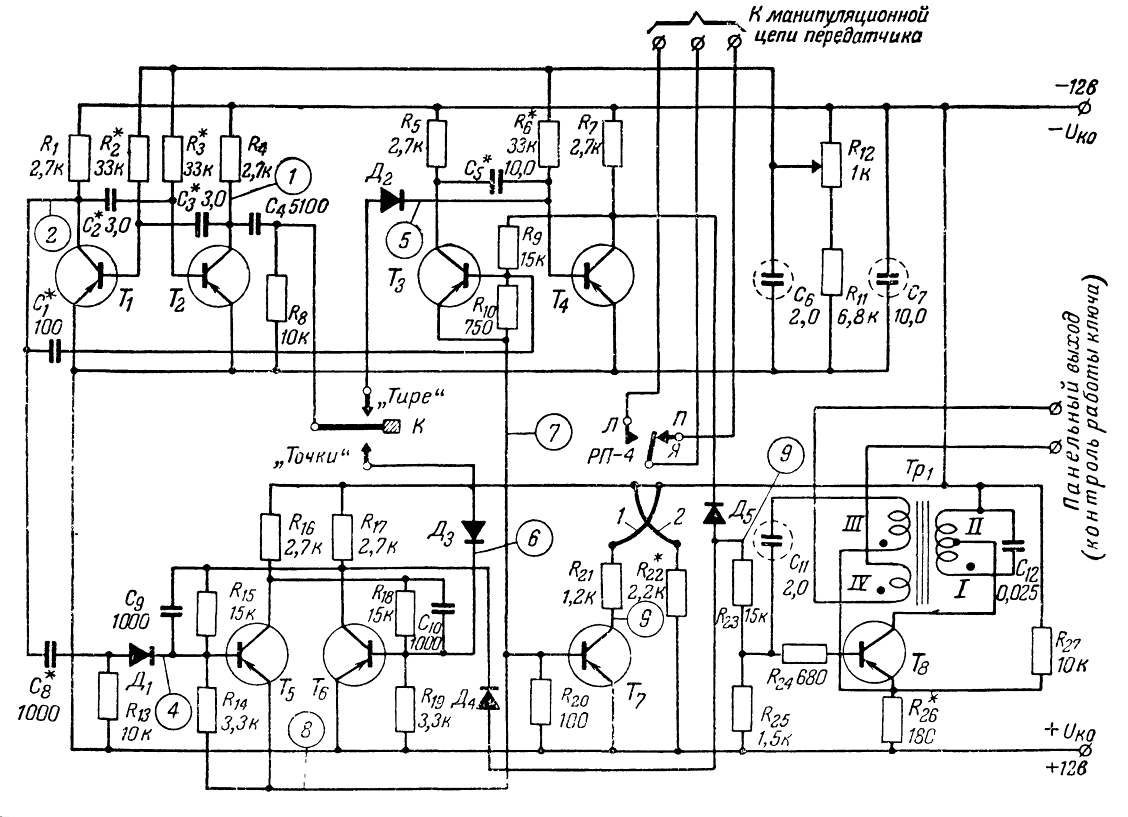


Рис. 6. Принципиальная схема автоматического телеграфного ключа на полупроводниковых приборах
Временные соотношения импульсов в точках, отмеченных цифрами, даны на рис. 5.

Для того чтобы реактивный триггер—датчик тире точно возвращался в исходное состояние через время, равное трем точкам, на базу транзистора T_3 через конденсатор небольшой емкости C_1 подаются импульсы, которые синхронизируют работу триггера.

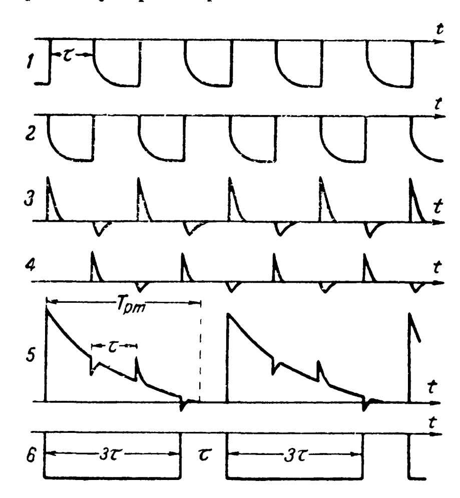


Рис. 7. Форма импульсов, генерируемых мультивибратором и реактивным триггером в схеме на рис. 6, и их временные соотношения.

1 — напряжение на коллекторе транзистора T_2, 2 — то же на T_1, 3 — напряжение на входе диода $Д_2$, 4 — напряжение на базе транзистора T_3, 5 — то же на T_4; 6 — напряжение на коллекторе T_4 и ток в цепи эмиттера T_3.

Временные соотношения управляющих импульсов и импульсов, генерируемых реактивным триггером на схеме рис. 6, показаны на рис. 7.

Чтобы выполнялось условие синхронизации, собственный период триггера должен удовлетворять условию

$$T_{рт} = 3\tau + (0,1 \div 0,3)\,\tau.$$

В качестве реле, управляющего манипуляционной цепью передатчика, применено поляризованное реле типа РП-4. Поскольку это реле не имеет преобладаний, т. е. якорь реле в отсутствие тока может быть только прижат к одному из контактов, и так как импульсы постоянного тока, получаемые в коллекторной цепи усилительного транзистора T_7, являются однополярными, то в обмотку реле по-

дается подмагничивающий ток. За счет этого тока якорь реле при отсутствии коллекторного тока в обмотке *1* (см. рис. 6), притягивается к правому контакту.

При открывании транзистора T_7 его коллекторным током в обмотке *1* создается магнитное поле, которое преобладает над магнитным полем противодействующей обмотки *2* и перебрасывает якорь к левому контакту.

Тональный генератор (транзистор T_8) представляет собой обычную схему автогенератора с индуктивной обратной связью. Необходимая частота колебаний устанавливается подбором емкости конденсатора C_{12}.

В нормальном состоянии тональный генератор не работает. При закрывании транзисторов T_4 или T_6 через диоды $Д_4$ или $Д_5$ на базу T_8 подается отрицательное напряжение, которое открывает транзистор T_8, что и приводит к возникновению генерации.

Транзисторы для данной схемы могут быть применены типов П1, П6, П13, П14 и др. с коэффициентом усиления по току β для T_1, T_2 и T_4 не менее 20, а для всех остальных не менее 10. При этом ток утечки между коллектором и эмиттером при соединении накоротко базы с эмиттером ($U_{к0}=12$ *в*) не должен превышать 40—60 *мка.*

Цоколевка реле типа РП-4 и схема соединений его обмоток показаны на рис. 8. Обмотка *1* имеет сопротивление 280 *ом* и число витков 2 500 (две последовательно соединенные обмотки по 1 250 витков), обмотка 2—2 250 *ом* и 5 000 витков.

Данные обмоток трансформатора Tp_1 следующие: обмотка *I* — 200 витков, обмотка *II* — 500 витков, обмотка *III* — 30 витков и обмотка *IV* — 55 витков. Сердечник трансформатора — оксиферовый тор с размерами: наружный диаметр $d_н=17$ *мм,* внутренний диаметр $d_{вн}=8$ *мм* и высота $h=5$ *мм*; $\mu=1\,000$. В качестве сердечника Tp_1 также можно использовать любой низкочастотный трансформатор с соотношением витков, подобным данному.

Диоды — точечные германиевые любого типа.

Конструкция и размеры ключа могут быть самыми разнообразными. Это зависит от имеющихся в наличии деталей, а также от того, выполняется ли он в виде отдельного законченного прибора — приставки к манипуляционному устройству передатчика или монтируется непосредственно в передатчике. Одна из наиболее подходящих конструкций, представляющая собой отдельную приставку, которую мож-

но легко выполнить изображена на рис 9 На верхней гетинаксовой панели располагаются зажимы и горизонтальный ключ На передней панели с правой стороны укрепляется потенциометр R_{12} с выключателем питания, а с левой стороны прорезается окно для установки реле РП-4 с таким расчетом, чтобы его можно было снимать для регулировки. Между донной частью и верхней панелью располагается

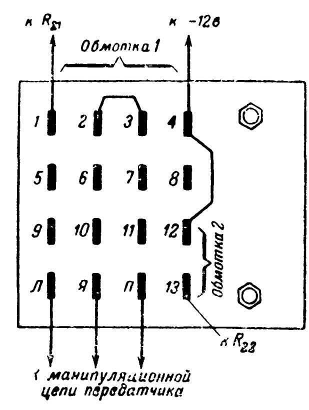


Рис. 8. Схема включения обмоток реле РП-4 (вид на цоколь реле снизу).

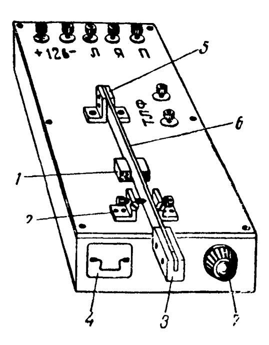


Рис. 9. Внешний вид автоматического телеграфного ключа кода Морзе на полупроводниковых приборах

1 — резиновый амортизатор, *2* — угольники с регулировочными винтами, *3* — ручка ключа; *4* — реле типа РП-4; *5* — крепежные угольники ножа ключа, *6* — нож ключа; *7* — регулятор скорости телеграфирования R_{12}

гетинаксовая плата с соответствующим вырезом для реле РП-4 и потенциометра, на которой располагаются транзисторы и другие детали.

Нож ключа *6* можно изготовить из старого ножовочного полотна. В качестве крепежных угольников *5* ножа и угольников с регулировочными винтами *2* можно использовать соответствующие угольники от старых поляризованных реле типа РП-4, ТРМ и др.

Особых требований к расположению деталей ключа и монтажу схемы не предъявляется.

Установку деталей, помеченных на рис. 6, звездочками, следует производить при налаживании ключа.

НАЛАЖИВАНИЕ КЛЮЧА

После того как будут проверены правильность монтажа схемы и исправность деталей, можно приступить к налаживанию ключа.

Налаживание необходимо начинать с мультивибратора, для чего следует впаять транзисторы T_1 и T_2, сопротивления R_2, R_3 и установить потенциометр R_{12} в крайнее положение. Поскольку конденсаторы C_2 и C_3 не впаяны, то, следовательно, оба транзистора должны находиться в открытом состоянии. Последнее проверяется вольтметром[1] путем измерения падения напряжения между зажимом +12 *в* и коллектором каждого транзистора. Падение напряжения на открытом транзисторе мультивибратора должно составлять не более 0,4—0,5 *в*. Если же это условие не выполняется, необходимо заменить соответствующий транзистор другим с бо́льшим коэффициентом усиления β или уменьшить величины сопротивлений R_2 и R_3. Затем устанавливают конденсаторы C_2 и C_3 и подключают к одному из коллекторов транзисторов мультивибратора осциллограф, например типа ЭНО-1 (низкочастотный осциллограф), и определяют по калибровочным меткам длительность каждого полупериода генерируемых импульсов. В случае их асимметрии необходимо изменить емкость конденсатора C_2 или C_3.

В случае отсутствия осциллографа типа ЭНО-1 измерение частоты мультивибратора можно произвести осциллографом типа ЭО-7 или ему подобным совместно со звуковым генератором, например типа ЗГ-2. Замер частоты и соответственно периода колебания мультивибратора производится по фигуре Лиссажу, для чего на вертикальный вход осциллографа подают колебания с мультивибратора, а на горизонтальный — с генератора. Изменением частоты звукового генератора добиваются получения на экране осциллографа фигуры с прямоугольными боковыми сторонами. В этом случае период колебания мультивибратора соответствует периоду колебания генератора. Вращением ручки потенциометра R_{12} определяют пределы изменений частоты мультивибратора и, следовательно, максимально возможную скорость телеграфирования.

Если задана скорость телеграфирования, то необходимую частоту мультивибратора можно определить из следующего приближенного уравнения:

$$F_1 \approx \frac{1}{T} = \frac{1}{2\tau} \approx \frac{9{,}5N}{2 \cdot 60} = 0{,}08N,$$

где T — период мультивибратора;

---

[1] Внутреннее сопротивление вольтметра должно быть не менее 5 000 *ом/в*

τ — длительность одной элементарной посылки (точки);

N — число передаваемых знаков в минуту.

Коэффициент 9,5 есть среднее количество элементарных импульсов в одном знаке.

Максимальная частота мультивибратора (движок потенциометра в верхнем положении) определяется приближенным уравнением

$$F_в = \frac{1}{T} \approx 1,3 R_{2,3}\, C_{2,3}.$$

Затем впаивают транзисторы T_5, T_6, T_7 и переходят к налаживанию триггера. Сначала определяют надежность устойчивых состояний триггера в статическом состоянии. Для этого к одному из транзисторов подсоединяют вольтметр между коллектором и эмиттером и измеряют напряжение. Если транзистор находится в закрытом состоянии, то вольтметр покажет напряжение, близкое к напряжению источника питания; в этом случае другой транзистор будет находиться в открытом состоянии и напряжение между его коллектором и эмиттером должно составлять не более 0,2—0,25 *в*. При невыполнении этих условий данный транзистор необходимо заменить другим с бо́льшим коэффициентом усиления β.

Затем путем кратковременного закорачивания коллектора с эмиттером закрытого транзистора или базы с эмиттером открытого транзистора переводим вручную триггер в другое устойчивое состояние. Если триггер не будет переходить в другое состояние, это значит, что транзистор, находящийся в закрытом состоянии, имеет недостаточное усиление и его следует заменить другим.

При наладке триггера необходимо обратить особое внимание на наличие в транзисторах так называемой импульсной утечки. Действие этой утечки проявляется после включения питания или при переводе транзистора, длительное время находившегося в открытом состоянии, в закрытое. Наличие импульсной утечки является недостатком транзисторов и связано с несовершенством современной технологии их изготовления. Из-за импульсной утечки переход транзистора из открытого состояния в закрытое происходит не мгновенно, а с некоторой задержкой В силу этой причины можно наблюдать, что триггер после длительного перерыва в работе как бы «засыпает», т. е. не реагирует

на запускающие импульсы. В импульсных транзисторах этот дефект почти отсутствует.

Транзисторы со значительной импульсной утечкой можно обнаружить по показанию вольтметра, подключенного к коллектору транзистора. Малейшее непостоянство показаний вольтметра при переводе транзистора из открытого состояния в закрытое указывает на наличие импульсной утечки, и такой транзистор обязательно следует заменить. Транзисторы с импульсной утечкой можно использовать почти во всех схемах, за исключением триггеров и реактивных триггеров.

После установки диодов $Д_1$, $Д_3$ и конденсатора C_8 проверяют работу триггера в динамическом режиме. Для этого переводим ключ K в положение «Точки» и с помощью осциллографа наблюдаем работу триггера. На экране осциллографа должны быть видны прямоугольные импульсы (точки, отделенные интервалом) с частотой, равной частоте мультивибратора. Если триггер не работает, необходимо вольтметром определить, какой транзистор находится в открытом состоянии. Последнее укажет на то, что поступающие на базу транзистора импульсы положительной полярности имеют недостаточную величину и их следует увеличить. Обычно для этого достаточно увеличить емкость соответствующего запускающего конденсатора C_4 или C_8.

После установки транзисторов T_3, T_4 и конденсатора C_5 проверяют падение напряжения на нормально открытом транзисторе T_4 и искусственно открытом транзисторе T_3 (при замыкании базы с эмиттером транзистора T_4). Это падение напряжения должно составлять не более 0,2—0,25 *в*.

После этого переводят ключ K в положение «Тире» и наблюдают работу триггера—датчика тире на экране осциллографа, подключая последний к коллектору T_4. При этом длительность генерируемого импульса должна быть несколько больше длительности трех полупериодов мультивибратора (см. рис. 7). Это достигается путем изменения емкости C_5 или сопротивления R_6. Обнаружить указанное выше соотношение можно или путем сравнения импульсов, генерируемых триггером—датчиком тире, с импульсами мультивибратора на двухлучевом осциллографе, или на обычном осциллографе с использованием электронного коммутатора, или на осциллографе ЭНО-1 путем измерения длительности импульсов по калибрационным меткам. При отсутствии указанных осциллографов сравнение длительности импульсов, генерируемых датчиком тире, с дли-

тельностью импульсов мультивибратора можно произвести и на обычном осциллографе путем совмещения одного колебания с другим. Для этого необходимо подать колебания с одного из коллекторов мультивибратора и коллектора T_4 реактивного триггера через раздельные сопротивления на вход осциллографа (рис. 10,*а*). Включая кнопками $Кн_1$ или $Кн_2$ ту или другую цепь, будем иметь возможность наблюдать колебания или мультивибратора, или дат-

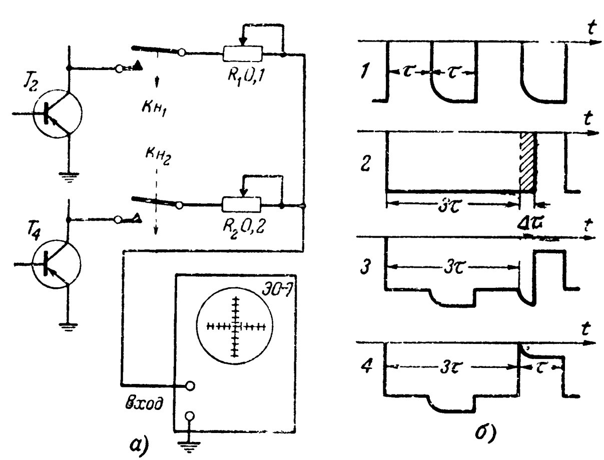


Рис. 10. Схема включения осциллографа для сравнения длительности импульсов, генерируемых реактивным триггером и мультивибратором (*а*), и форма импульсов, наблюдаемых на осциллографе (*б*).

1—форма импульсов при включенной кнопке $Кн_1$ и выключенной кнопке $Кн_2$; *2*—то же при включенной кнопке $Кн_2$ и выключенной $Кн_1$; *3*—форма импульсов при включенных кнопках $Кн_1$ и $Кн_2$; *4*—форма импульсов при включенных кнопках $Кн_1$ и $Кн_2$ и конденсаторе C_1 в схеме на рис. 6.

чика тире. При одновременном нажатии обеих кнопок получим совмещение двух изображений (рис. 10,*б*).

После того как будет установлена длительность импульса, вырабатываемого датчиком тире, с превышением на величину, равную $\Delta\tau = (0{,}1 - 0{,}3)\tau$, подключают конденсатор C_1 и наблюдают на экране осциллографа воздействие напряжения, подаваемого через конденсатор C_1, на длительность импульса. Последняя должна скачком уменьшиться на величину превышения $\Delta\tau$.

При чрезмерно большой емкости C_1 могут происходить ложные срабатывания триггера—датчика тире как при нейтральном положении ключа, так и в положении «Точки».

Настройка тонального генератора сводится к получению устойчивого возбуждения во время подачи на генератор импульсов напряжения. Последнее достигается соответствующим подбором сопротивления R_{26}. Если при переводе ключа K из нейтрального положения колебания не возникают, необходимо уменьшить сопротивление R_{26}. Если же при переводе ключа K в нейтральное положение колебания не срываются, то сопротивление R_{26} следует увеличить.

Налаживание усилителя при исправном транзисторе T_7 сводится к регулировке поляризованного реле на нейтральность и проверке на коэффициент отдачи η.

Поляризованное реле, как правило, регулируется нейтрально, т. е. так, чтобы якорь реле перебрасывался от правого контакта к левому и, наоборот, при одинаковой величине тока срабатывания.

Нейтральная регулировка достигается симметричным расположением контактов по отношению к нейтральной линии якоря реле. При отсутствии тока в обмотках у нейтрально отрегулированного реле якорь остается у того контакта, к которому он переброшен рукой.

Для регулировки нейтральности реле РП-4 последнее включается согласно схеме, приведенной на рис. 11,*а,* в которой при замыкании якоря испытываемого реле с контактом *Л* ток протекает по левому плечу схемы, а при замыкании с контактом *П* — по правому. При нейтральной регулировке реле и пропускании через его обмотку переменного тока с частотой 50 *гц* якорь будет находиться одинаковое время в замкнутом положении с обоими контактами. В этом случае через миллиамперметр *МА* последовательно проходят импульсы тока разных направлений, но одинаковых величин и длительностей. Так как подвижная система миллиамперметра (стрелка и рамка) обладает некоторой инерцией, то эти импульсы не оказывают воздействия на прибор и стрелка будет совершать мало заметные колебания около нуля.

Если испытываемое реле отрегулировано с преобладанием, то длительность импульса одной полярности увеличится, а другой, наоборот, уменьшится, вследствие чего стрелка миллиамперметра отклонится в ту или другую сторону от нуля на угол, пропорциональный величине расстройки реле. В этом случае регулировкой реле, т. е. путем смещения его контактов, добиваются того, чтобы стрелка миллиамперметра находилась на нуле.

Коэффициентом отдачи реле η называют величину отношения времени надежного замыкания якоря реле $t_{\text{н з}}$ к времени переданного импульса t_0.

Это отношение выражается в процентах:

$$\eta = \frac{t_{\text{н з}}}{t_{\text{о}}} = \frac{t_{\text{о}} - t_{\text{пот}}}{t_{\text{о}}} \cdot 100\%,$$

где $t_{\text{пот}}$ — время потерь, т. е. время пролета якоря реле от одного контакта к другому.

Иначе говоря, чем больше время пролета якоря, которое пропорционально расстоянию между контактами, тем меньше коэффициент отдачи реле.

Величину коэффициента отдачи можно определить по схеме на рис. 11,*б*. Из схемы видно, что при замыкании

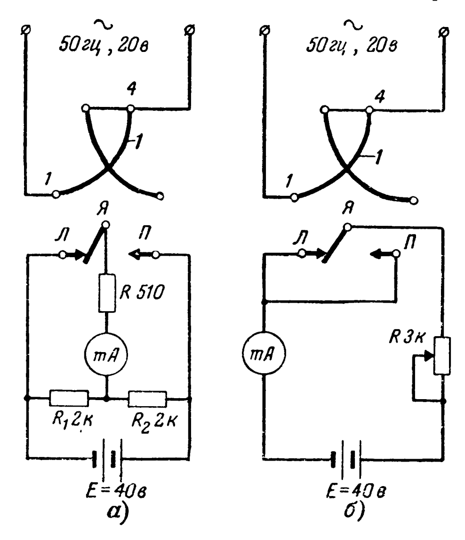


Рис. 11. Схема включения реле РП-4 для регулировки нейтральности (*а*) и измерения отдачи (*б*).

якоря испытываемого реле с любым из его контактов через миллиамперметр протекает ток, а в моменты перехода якоря от одного контакта к другому цепь миллиамперметра размыкается С помощью переменного сопротивления R устанавливается такая величина тока, при которой стрелка миллиамперметра при замкнутых контактах отклонялась бы на 100 делений, что будет соответствовать 100-процент-

ной отдаче. При пропускании импульсов тока через обмотку реле совершенно очевидно, что стрелка миллиамперметра будет отклоняться на угол, меньший, чем при постоянно замкнутых контактах. Величина этого угла пропорциональна времени замыкания контактов. Если, как указывалось, выше, при постоянно замкнутых контактах реле стрелка миллиамперметра отклоняется на 100 делений, то при работе реле отклонение стрелки миллиамперметра будет соответствовать коэффициенту отдачи реле, выраженному в процентах.

Если шкала миллиамперметра имеет не 100 делений, коэффициент отдачи определяется по формуле

$$\eta = \frac{I_1}{I_2} \cdot 100\%,$$

где I_1 — показание миллиамперметра при работе реле;
I_2 — показание миллиамперметра при постоянно замкнутых контактах реле.

Обычно регулировку реле на нейтральность и определение коэффициента отдачи реле производят на частоте 50 *гц*. Для реле РП-4 коэффициент отдачи должен составлять не менее 95%. Если это условие не выполняется, то необходимо уменьшить зазор у контактов и снова произвести регулировку реле.

После того как реле отрегулировано, устанавливают его в схему ключа. Переводя ключ *К* в положение «Точки» и путем подбора сопротивления R_{22} (см. рис. 6) добиваемся отсутствия преобладаний в работе контактов реле. Работу контактов реле наблюдаем по схеме, изображенной на рис. 11,*а*.

Ток, потребляемый ключом в спокойном состоянии при $U_{к0} = 12$ *в*, составляет 14 *ма*, а в момент передачи точек или тире — около 23 *ма*. Допустимые колебания напряжения источника питания составляют около 25%. Ключ устойчиво работает при окружающей температуре от 0 до +40 С°.

АВТОМАТИЧЕСКИЙ КЛЮЧ НА ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРАХ И ФЕРРИТОВЫХ СЕРДЕЧНИКАХ

Описываемый ниже автоматический ключ отличается от предыдущего тем, что он содержит меньшее число транзисторов и почти в 3 раза экономичнее первого за счет того, что устройство формирования точек совмещено

с устройством формирования интервалов, с которым также частично совмещено устройство формирования тире. К тому же все основные функции формирования импульсов переложены на весьма простые и дешевые ферритовые торы.

Благодаря значительному сокращению количества транзисторов стало возможным сконструировать автоматический ключ с ничтожно малым потреблением питания (менее 50 *мвт*) и размерами, соизмеримыми с размерами обычных вертикальных ключей.

Упрощенная блок-схема ключа изображена на рис. 12. Источником синхронизирующих или тактовых ипульсов

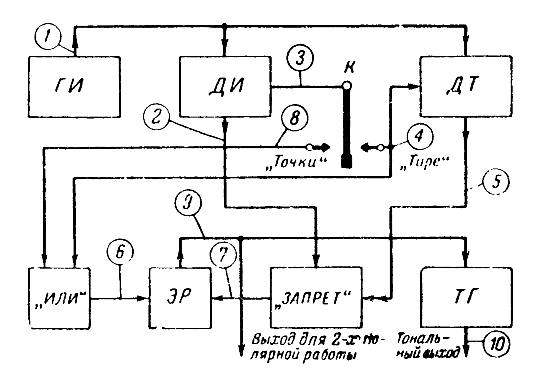


Рис. 12. Блок-схема автоматического телеграфного ключа на полупроводниковых приборах и ферритовых торах.

Для точек схемы, отмеченных цифрами, на рис. 13 даны временные соотношения импульсов.

в схеме является генератор импульсов *ГИ*, обеспечивающий синхронную работу других устройств. Частота повторения импульсов *ГИ* определяется необходимой скоростью телеграфирования. Период следования импульсов *ГИ* равен длительности точки τ.

Датчик интервалов *ДИ* — делитель частоты тактовых импульсов на 2 — предназначен для получения интервалов между элементами азбуки Морзе, равных нечетному количеству точек. Импульсы, получаемые на выходе *3*, определяют начало точки или тире, посылаемых с ключа, а импульсы, получаемые на выходе *2*, — конец точки или тире.

Датчик тире *ДТ* — делитель частоты тактовых импульсов на *3* — служит для получения запрещающих импульсов, которые, воздействуя на устройство «ЗАПРЕТ», пред-

отвращают прохождение импульсов с датчика интервалов в электронное реле во время формирования тире.

Электронное реле ЭР — триггер — служит для преобразования коротких импульсов, поступающих на его вход и определяющих начало и конец точки или тире, в двухполярные импульсы постоянного тока длительностью τ или 3τ (точки и тире имеют одну полярность, а интервалы — другую). Импульсы, определяющие начало точки или тире, поступают в триггер через схему «ИЛИ», а импульсы, определяющие конец точки или тире, — через устройство «ЗАПРЕТ».

Тональный генератор *ТГ* служит для модуляции импульсов постоянного тока тональной частотой.

Взаимодействие перечисленных узлов схемы происходит следующим образом.

Допустим, что в какой-то момент времени ключ *К* из нейтрального положения переведен в положение «Тире» В момент поступления с ножа ключа импульса напряжения запускается датчик тире и одновременно через схему «ИЛИ» переключается электронное реле, которое посылает начало тире.

Когда работает датчик тире, то он в момент поступления от генератора синхронизирующих импульсов *ГИ* второго тактового импульса посылает в устройство «ЗАПРЕТ» запрещающий импульс. Этот импульс запрещает прохождение импульса от датчика интервалов в электронное реле — триггер и тем самым обеспечивает прохождение тире. Следующий же импульс с датчика интервалов проходит свободно через устройство «ЗАПРЕТ» на вход электронного реле и переключает его в исходное состояние. К этому же времени заканчивается и цикл работы датчика тире.

Если же ключ оставить в положении «Тире», то датчик тире будет работать непрерывно и электронным реле будут непрерывно формироваться тире, отделенные друг от друга интервалами, равными одной точке

Аналогичным образом происходит формирование точек при переводе ключа в положение «Точки». Временные соотношения импульсов в основных узлах блок-схемы показаны на рис. 13

Прежде чем рассмотреть принципиальные схемы ключа, рассмотрим работу двоичного магнитного элемента — прибора, обладающего двумя устойчивыми состояниями, основой которого является ферритовый сердечник с обмотками (тор) (рис. 14). На рисунке для простоты начертания схем

обмотки торов изображены одним полувитком, а начала обмоток обозначены точкой.

Предположим, что за счет пропускания импульса тока I_1 через обмотку I тора создается поле величиной H_m,

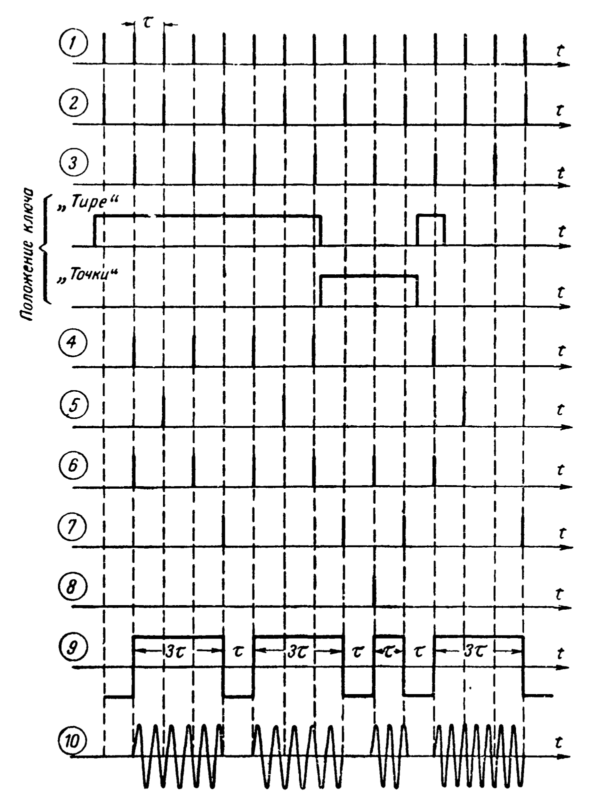


Рис. 13. Временные соотношения импульсов в основных узлах схемы на рис. 12.

1 — напряжение на выходе *ГИ*, *2* и *3* — напряжения на выходах *ДИ*, *4* — напряжение на правом контакте ключа *К*; *5* — напряжение на выходе *ДТ*; *6* и *7* — напряжения на входах *ЭР*, *8* — напряжение на левом контакте ключа *К*; *9* — напряжение на выходе *ЭР*; *10* — напряжение на выходе *ТГ*.

от которого тор намагнитится до насыщения в одном из направлений, скажем, до B_m, как показано на рис. 14,*в*, где с осью B совмещена ось времени с соответствующими импульсами, поступающими в обмотки, и импульсами, получаемыми на выходе. Если намагничивающий

ток выключить, то намагничивание тора изменится незначительно — до величины, соответствующей остаточной магнитной индукции B_r. Обозначим это состояние намагниченности «1» двоичного исчисления.

Если же теперь пропустить ток I_3 через обмотку III, то тор намагнитится в противоположном направлении до

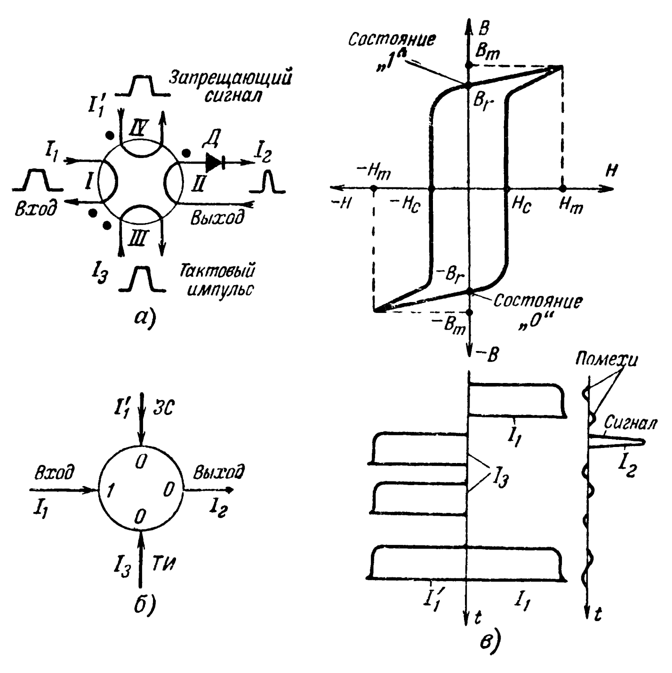


Рис. 14. Двоичный магнитный элемент с сердечником, имеющим прямоугольную форму гистерезисной петли.
а — схема включения обмоток; *б* — условное обозначение; *в* — формы гистерезисной петли и импульсов на обмотках сердечника.

величины — B_m. При выключении тока намагничивание тора изменится весьма мало и будет соответствовать значению — B_r. Обозначим это состояние „0" двоичного исчисления.

Таким образом, тор подобно спусковой схеме (триггеру) переключается из одного устойчивого состояния в другое, в котором он остается и после прекращения действия переключающего импульса.

При изменении магнитной индукции от B_m до B_r (или

от $-B_m$ до $-B_r$) в обмотках тора индуктируется небольшое напряжение, называемое напряжением помехи. При изменении магнитной индукции от $-B_r$ до B_m (или от B_r до $-B_m$) в обмотках тора индуктируется напряжение полезного сигнала. Следовательно, перемагничивая тор входным сигналом в одно состояние (обычно в состояние „1„) и затем „проверяя“ это состояние путем перемагничивания тора в другое состояние („0“), мы можем по величине и направлению изменения магнитной индукции или по индуктируемым напряжениям в выходной обмотке отличать положение намагниченности тора.

Схемы на магнитных торах как правило строятся так, что состояние намагниченности их непрерывно проверяется специальными импульсами, которые называются тактовыми. В схеме ключа эти же импульсы служат для синхронизации всех элементов ключа.

Обычно при перемагничивании тора в состояние «1» употребляется термин запись «1», или запись информации, а при перемагничивании тора тактовыми импульсами — считывание «1», или считывание информации.

Диод *Д* (рис. 14,*а*) служит для того, чтобы сигнал на выход схемы проходил только при считывании «1».

В тех случаях, когда требуется запретить прохождение выходного сигнала I_1 на выход схемы, необходимо одновременно с входным сигналом подать на специальный вход (обмотка *IV*) запрещающий сигнал I_1'. Магнитный поток от запрещающего сигнала компенсирует магнитный поток, создаваемый входным сигналом, и тор по-прежнему останется в состоянии «0».

Упрощенное обозначение тора на блок-схемах приведено на рис. 14,*б*. Стрелка, направленная внутрь тора, соответствует входу или входной цепи управления, а двойная стрелка — запрещающему входу. Стрелка, выходящая из тора, соответствует выходу.

Цифры, указанные внутри круга и относящиеся к входным цепям, соответствуют положению, в которое перемагничивается тор тем или другим входным сигналом. Цифры, относящиеся к выходным цепям, показывают, в какое положение необходимо перемагнитить тор, чтобы получить на выходе управляющий сигнал. Например, если в тор током I_1 записана «1», то при поступлении тактового импульса I_3 тор перемагнитится в состояние «0»; на выходе по-

явится импульс, способный управлять последующими схемами.

Из рассмотренного очевидно, что в торах запись и считывание информации должны происходить в различные моменты времени, а операция «ЗАПРЕТ» — в то же самое время, что и запись.

В тех случаях, когда необходимо преобразовать импульсы тока в импульсы напряжения, получаемые от источника

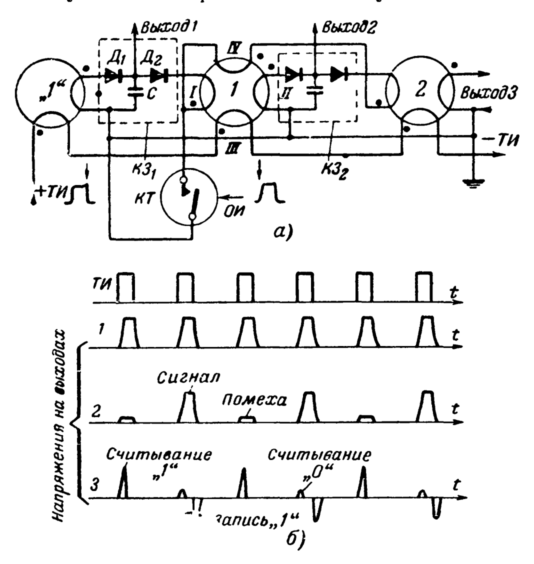


Рис. 15. Принципиальная схема датчика интервалов *ДИ* (*а*) и форма выходных импульсов (*б*).

ТИ — тактовый импульс, *КТ* — ключевой транзистор, *ОИ* — импульс, открывающий ключевой транзистор.

тактовых импульсов, применяют так называемые датчики «1». В них в качестве сердечника применяют магнитные материалы с обычной петлей гистерезиса, например оксиферы. Датчик «1» на схемах обычно обозначается кружочком с «1» в центре.

Имея основные представления о свойствах торов, рассмотрим работу делителей частоты, например датчика интервалов (делителя на 2), схема которого приведена на рис. 15,*а*.

Работает *ДИ* следующим образом. Импульсы напряжения, возникающие в выходной обмотке *II* датчика «1»

(рис. 15,*б*), проходя через диод $Д_1$, заряжают конденсатор *С*. Цепь разряда конденсатора в момент прохождения тактового импульса разорвана ключевым транзистором *КТ*, который на схеме показан условно в виде однополюсного выключателя. Следовательно, считанное напряжение «1» с датчика «1» временно хранится в конденсаторе цепи задержки $КЗ_1$. Как только окончится тактовый импульс, в ключевой транзистор *КТ* подается отпирающий импульс *ОИ*, который открывает ключевой транзистор и тем самым замыкает цепь разряда конденсатора *С*. Происходит списывание информации с конденсатора *С* (разряд конденсатора) и запись «1» в тор *1*.

Диод $Д_1$ служит для того, чтобы заряд конденсатора происходил только при считывании «1», а $Д_2$ — чтобы при заряде конденсатора не происходило его разряда на другие конденсаторы, т. е. он является разделительным диодом.

При поступлении следующего тактового импульса происходит переписывание информации с тора *1* в следующую цепь задержки, а с датчика «1» — в первую цепь задержки. При открывании ключевого транзистора происходит списывание информации с $КЗ_1$ на первую обмотку тора *1* и с $КЗ_2$ на обмотку *I* тора *2*, последовательно с которой включена запрещающая обмотка *IV* тора *1*. В торе *1* магнитные потоки, создаваемые токами, протекаемыми по обмоткам *I* и *IV*, взаимно компенсируются и следовательно, перемагничивания тора *1* не происходит. В следующий такт перемагнитится тор *2*, после которого снова запишется «1» в тор *1*, и т. д.

Таким образом, на выходах *2* и *3* получим импульсы, распределенные во времени и пространстве с частотой, в 2 раза меньшей, чем на выходе *1* (рис. 15,*б*).

Функциональная схема автоматического ключа приведена на рис. 16, а временные соотношения импульсов, получаемые в основных узлах схемы, показаны на рис. 13.

Принципиальная схема ключа изображена на рис. 17, где $Т_1$ и $Т_2$ — транзисторы триггера; $Т_3$ — транзистор тонального генератора; $Т_4$ — транзистор блокинг-генератора; $Т_5$ — ключевой транзистор; $Д_1$, $Д_2$ — диоды схемы «ИЛИ» и $Д_3$ и $Д_4$ — диоды, относящиеся к устройству «ЗАПРЕТ».

Устройства «ЗАПРЕТ» как такового нет. Его роль выполняет триггер совместно с диодами $Д_3$ и $Д_4$ следующим образом. Импульсы, поступающие с датчика интервалов (с конденсатора C_{12}) и определяющие конец точки или ти-

ре, проходя через диод $Д_4$, переключают триггер в одно устойчивое состояние. Если же в момент отсутствия этих импульсов переключим триггер в другое состояние, а затем будем подавать одновременно запрещающие импульсы через диод $Д_3$ и пусковые импульсы через диод $Д_4$, то триггер будет оставаться в прежнем состоянии, так как амплитуда импульсов, поступающих на базу T_1, по отношению к импульсам, поступающим на базу T_2, имеет несколько бо́льшую величину. Достигается это за счет того, что емкость конденсатора C_3 выбирается несколько большей емкости конденсатора C_4.

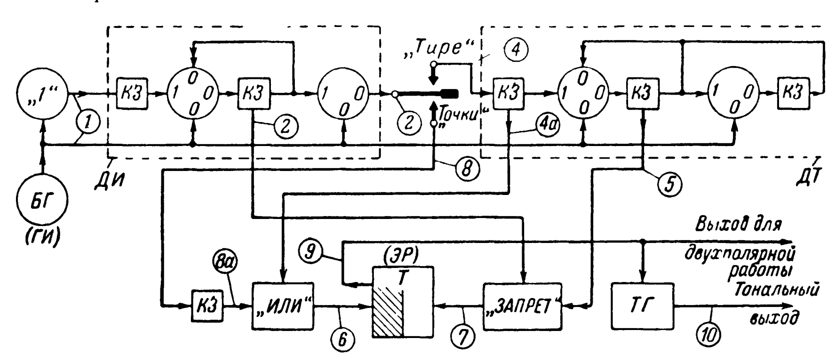


Рис. 16. Функциональная схема автоматического телеграфного ключа на полупроводниковых приборах и ферритовых торах.
Временные соотношения импульсов в точках, отмеченных цифрами, даны на рис. 13.

Тональный генератор собран по обычной схеме LC-генератора с емкостным делителем (конденсаторы C_6, C_7). Роль катушки индуктивности выполняют электромагниты слуховых телефонов Транзистор генератора T_3 в исходном состоянии заперт автоматическим смещением, создаваемым на делителе напряжения R_{11} и R_{13}, и открывается при переходе транзистора триггера T_2 в открытое состояние. Частота генерируемых колебаний определяется собственной частотой колебательного контура, составленного из индуктивностей электромагнитов слуховых телефонов, и емкостью последовательно соединенных конденсаторов C_6 и C_7.

Схема блокинг-генератора — обычная. Частота его колебаний, а следовательно, и скорость телеграфирования могут быть изменены сопротивлениями R_{17} и R_{18} или изменением емкости C_9.

Диод $Д_5$ служит для автоматической температурной

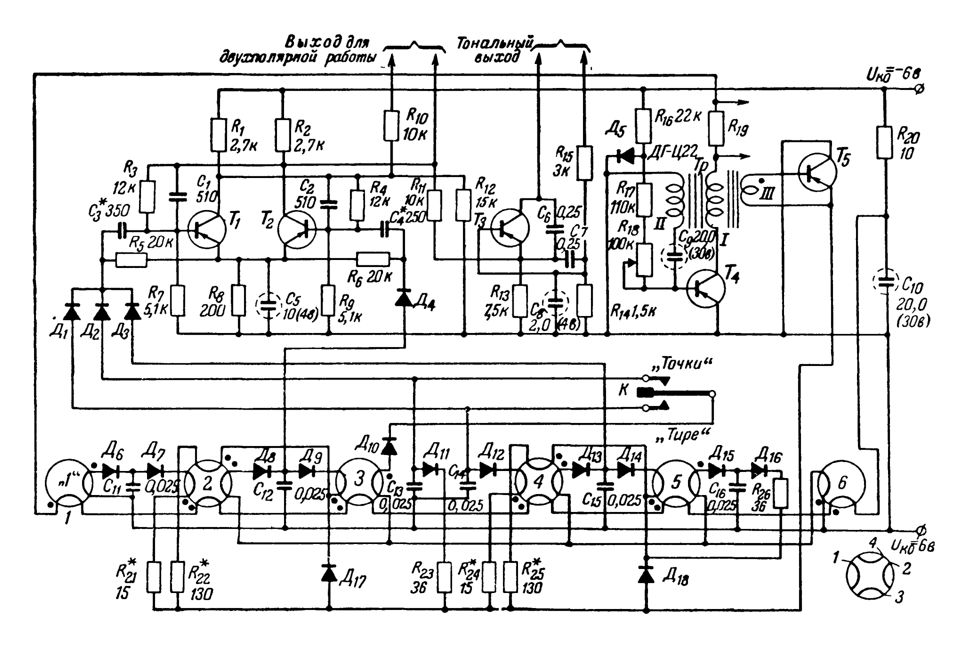


Рис. 17. Принципиальная схема автоматического телеграфного ключа на полупроводниковых приборах и ферритовых торах.

стабилизации частоты, которая осуществляется за счет автоматического изменения напряжения источника питания, подаваемого на базу транзистора при изменении окружающей температуры

Управление ключевым транзистором T_5 осуществляется обратным импульсом напряжения, возникающим по окончании блокинг-процесса в обмотке *III* трансформатора *Тр*.

Тор *6* служит для компенсации помех, возникающих в выходных обмотках торов *2—5* при считывании «0».

Данные обмоток торов и трансформатора приведены в табл. 1.

Таблица 1

Данные торов и трансформатора

Тор или трансформатор	Материал	Число витков в обмотке					Провод
		1	2	3	4	5	
Тр	Оксифер μ=2 000; $d_н$=7 *мм*; $d_{вн}$=4 *мм*, h=2 *мм*	40	80	80	—	—	ПЭВ 0,12
Датчик «1»	То же	—	130	5	—	—	ПЭВ 0,12
1, 2, 4,	Феррит Л-2 (или К-65): $d_н$=3 *мм*; $d_{вн}$=2 *мм*; h=1,25 *мм*	25	45	8	35	—	ПЭВ 0,1
3, 5	То же	30	45	8	—	—	ПЭВ 0,12
6	» »	45	—	8	—	—	ПЭВ 0,12

Диоды $Д_1—Д_4$ — точечные германиевые любого типа; $Д_6—Д_{18}$ могут быть германиевыми, например типа Д9, медно-закисными или селеновыми с диаметром шайб 5—7 *мм* и прямым сопротивлением, измеренным при напряжении на диоде 1 *в*, порядка 50—70 *ом*.

Транзисторы могут быть применены германиевые любого типа (П1, П6, П13—П15).

Монтаж схемы рекомендуется делать на трех отдельных гетинаксовых или текстолитовых платах размером 75×110 *мм* и толщиной 2—2,5 *мм*, на одной из которых размещаются триггер и тональный генератор, на второй — торы, линии задержки и блокинг-генератор с ключевым транзистором и на третьей — зажимы источника питания, выходные зажимы и горизонтальный ключ. Последний можно изготовить так же, как и для первой конструкции (см. рис. 9).

Для крепления деталей, монтажных проводов и выводов от трансформатора на плате в соответствующих местах

в зависимости от размеров применяемых деталей высверливаются отверстия, в которые затем забиваются штифты из медного провода диаметром 0,8—1 *мм* и длиной 6—8 *мм*

Для намотки тора надо взять обычную швейную иглу диаметром порядка 0,5—0,6 *мм* и в ушко вставить сразу столько проводов, каждый длиной 30—40 *см*, сколько будет обмоток на торе. Далее, с помощью иглы производят намотку. Как только число витков будет соответствовать числу витков обмотки, имеющей наименьшее количество витков, один провод отрезается и продолжается намотка. У следующей обмотки провод отрезается на 3—4 *см* длиннее, чем у первой, и т. д. По длине концов обмоток различаем соответствующие обмотки (рис. 18). На намотку тора в среднем требуется не более 5—10 *мин.*

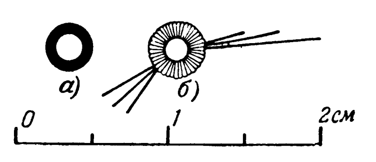


Рис. 18. Внешний вид сердечника (ферритового тора) без обмоток (*а*) и с обмотками (*б*).

НАЛАЖИВАНИЕ АВТОМАТИЧЕСКОГО КЛЮЧА НА ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРАХ И ФЕРРИТОВЫХ СЕРДЕЧНИКАХ

После того как проверены правильность монтажа и исправность деталей, проверяем работу триггера. Для этого по очереди замыкают накоротко эмиттер с коллектором одного транзистора, а затем другого (в этих случаях триггер должен каждый раз переходить из одного устойчивого состояния в другое) и измеряем падение напряжения на открытом триоде, которое должно быть не более 0,25 *в*, а на закрытом — около 5 *в*.

Далее, проверяют работу тонального генератора, для чего по очереди переводим триггер из одного устойчивого состояния в другое и изменением сопротивления R_{11} добиваются устойчивого возбуждения и срыва генерации.

Для проверки работы блокинг-генератора необходимо предварительно закоротить начало третьей обмотки датчика «1» с концом обмотки *III* тора *6*. Затем, изменяя сопротивление R_{17}, устанавливают максимально необходимую частоту блокинг-генератора при сопротивлении R_{18}, равном нулю. Подключая импульсный осциллограф, например 25-И, к измерительному шунту, измеряют амплитуду и длительность генерируемых импульсов тока, амплитуда ко-

торых должна быть не менее 0,25 *а* (при меньшей амплитуде транзистор T_4 желательно заменить), а длительность импульса — около 8—15 *мксек*.

Затем проверяют работу каждого тора, для чего коммутируя диоды, относящиеся к тому или другому тору, образуют схему, приведенную на рис. 19,*а*, т. е. замыкают схему того или другого тора в «кольцо».

Подключая импульсный осциллограф к измерительному шунту R_{19} или одной из обмоток тора, замкнутого

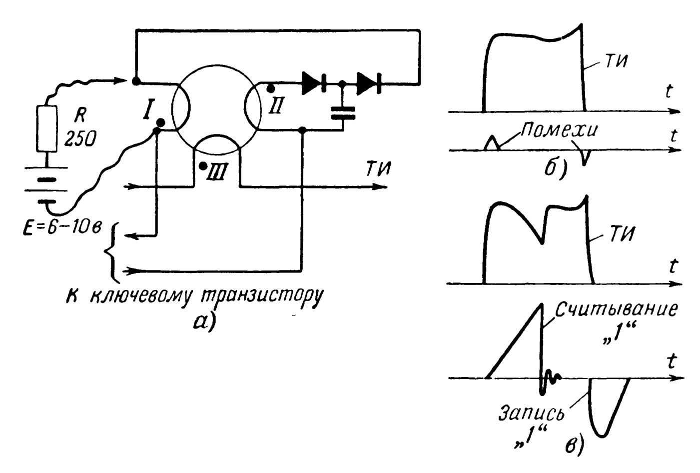


Рис. 19. Схема магнитного элемента, замкнутого в „кольцо" (*а*), форма тактового импульса *ГИ* и импульсов на обмотках при записи „0" (*б*) и при записи „1" (*в*).

в «кольцо», наблюдают на шунте импульс блокинг-генератора, а на обмотке тора — напряжение помех (рис. 19,*б*). После этого в замкнутую в «кольцо» схему тора записывают «1» с помощью батареи, которую подключают на короткое время к одной из обмоток. На экране осциллографа должно быть видно циркулирование «1» в кольце, т. е. импульс напряжения, амплитуда которого должна в 5—10 раз превышать напряжение помехи (рис. 19,*в*), а на шунте блокинг-генератора — искажение тактового импульса за счет противо-э. д. с., возникающей в тактовой обмотке тора. Если же замкнуть накоротко любую из обмоток, то циркуляция «1» прекратится.

Отсутствие записи «1» может иметь место из-за неправильного включения обмоток торов, или из-за неправиль-

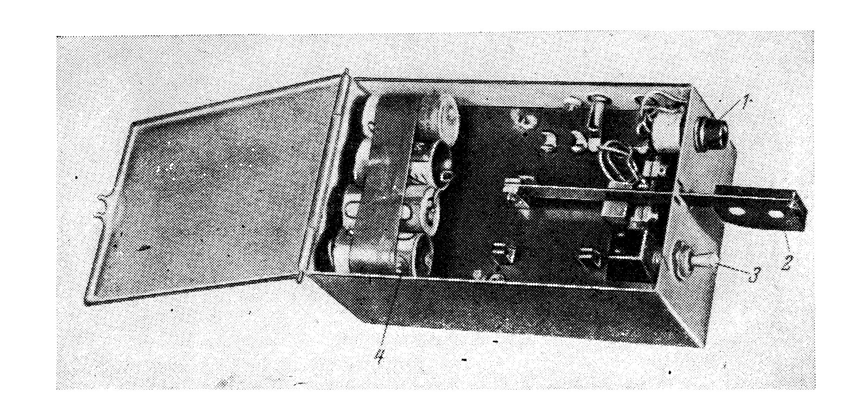


Рис. 20. Внешний вид автоматического телеграфного ключа в собранном виде.

1 — ручка регулятора скорости телеграфирования, 2 — ручка ключа, 3 — выключатель питания, 4 — батарея из элементов типа ФБС-0,25

ного включения диодов, или из-за неисправности ключевого транзистора. После устранения указанных дефектов переходим к настройке датчиков Настройка самих датчиков заключается в подборе сопротивлений R_{21}—R_{25}. Для этого подключают осциллограф к конденсатору C_{12} и настраивают частоту развертки осциллографа так, чтобы на экране было видно не менее двух импульсов полезного сигнала, между которыми был бы виден один импульс помехи (см. рис. 15,*б*). Изменяя сопротивления R_{21} и R_{22}, добиваются как можно большего отношения полезного сигнала к помехе. Переводя ключ K в положение «Тире», проверяют работу датчика тире. Осциллограф подключают к конденсатору C_{15} и выбирают частоту его развертки такой, чтобы на экране были видны два импульса полезного сигнала и между ними три импульса помехи (с учетом коэффициента деления, создаваемого датчиком интервалов, общий коэффициент деления, наблюдаемый на осциллографе, будет равен *4*). После этого подбирают конденсаторы триггера C_3 и C_4.

Потребление схемой ключа тока при напряжении источника питания $U_{ко} = 6$ *в* в спокойном состоянии составляет около 5 *ма*, а когда передаются точки или тире — около 6 *ма*. Допустимые колебания напряжения источника питания при температуре от 0 до 40° С составляют ± 2 *в*. Внешний вид ключа приведен на рис. 20.

ГЛАВА ВТОРАЯ

ЭЛЕКТРОННЫЕ ПРОГРАММИРУЮЩИЕ ЧАСЫ

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СПОСОБАХ ИЗМЕРЕНИЯ И ХРАНЕНИЯ ТОЧНОГО ВРЕМЕНИ

Необходимость в измерении и исчислении времени появилась еще в незапамятные времена с ростом культурных запросов человека. Решение этого вопроса как в глубокой древности, так и в наше время приводило к одному и тому же источнику — к явлениям природы. Единственным критерием времени, с которым пока сравнивались и сравниваются все существовавшие и существующие измерители времени, являются периоды обращения небесных тел, в том числе и Земли. Период обращения Земли вокруг ее оси является основной единицей измерения времени.

Пять тысяч лет назад люди для измерения времени пользовались солнечными часами — обыкновенным шестом, установленным вертикально и отбрасывающим в разное время суток тень разной длины и направления.

Позже время стали измерять с помощью водяных и песочных часов. Точность этих примитивных приборов была, разумеется, весьма недостаточной.

К XI в. нашей эры относится изобретение механических часов, а 500 лет спустя появились первые пружинные часы. Однако и они не отличались большой точностью, так как регулятор скорости движения — балансир — у них колебался неравномерно. Этот недостаток удалось устранить, когда было открыто свойство свободно подвешенного маятника сохранять постоянным период своих колебаний. Связав маятник с часовым механизмом, получили прибор для измерения времени с достаточной точностью.

Под часовым механизмом понимается такой механизм, в котором сила, приводящая его в действие, расходуется под управлением регулятора. Обычно в стационарных часах для управления используется маятник, а в переносных — баланс.

Непрерывное совершенствование маятниковых часов сделало их надежным измерителем и хранителем времени как для астрономических, так и для технических целей.

В связи с широко развернувшимися в последние годы исследованиями в астрономии, геофизике, космонавтике и в особенности с применением автоматики в самых различ-

ных отраслях народного хозяйства потребовались не только точные, но и массовые способы хранения времени.

Выполнить поставленную задачу оказалось возможным только с помощью электроники и, в частности, с помощью кварцевых генераторов, которые обеспечивают точность хранения времени на порядок выше, чем маятниковые часы

В последнее время стали применять еще более точные генераторы — молекулярные, у которых точность хранения времени на порядок выше, чем у часов с кварцевыми генераторами.

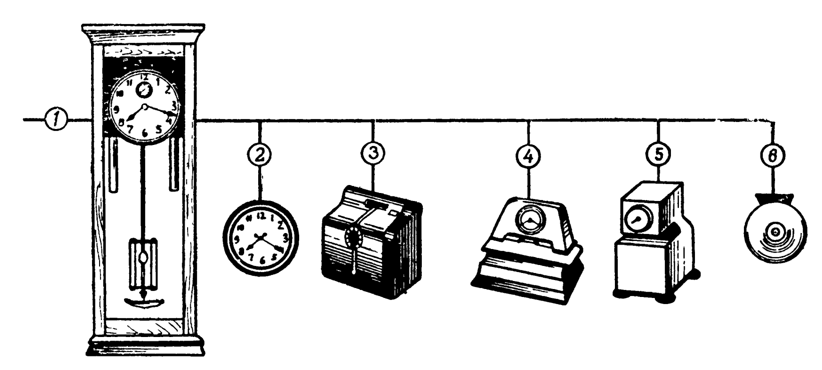


Рис. 21. Схема электрочасового комплекса заводской службы времени.

1 — первичные часы, *2* — вторичные часы, *3* — *5* — регистрирующие часы; *6* — звуковой сигнализатор.

В промышленности и на транспорте для правильной организации технологических процессов и движения транспорта *более важной является не сама точность отсчета времени по отношению к эталонному измерителю, а точность отсчета единого или централизованного времени.*

Согласование показаний всех часов и часовых приборов, отражающих единое текущее время, возможно только в том случае, когда все эти приборы работают с централизованным управлением. Осуществить централизованное управление легче всего при помощи электрической связи.

Принципиальное построение системы управления всеми приборами: отсчитывающими, регистрирующими, сигнализирующими время, составляющими часовой комплекс, может быть изображено в виде схемы, показанной на рис. 21. Все приборы указанной схемы работают при управлении с единого центра. От первичных часов *1*, являющихся из-

мерителем времени, прокладываются линии, к которым подключаются часы *2*, отсчитывающие время, табельные часы *3* для учета рабочего времени, штемпеля времени *4*, *5*, звуковые сигнализаторы *6* и другие сигнализирующие и регистрирующие приборы. Все эти приборы управляются сигналами электрического тока.

Показания часов и часовых приборов системы согласовываются с показаниями первичных часов *1*. Остальные часы и часовые приборы, включенные в систему единого отсчета времени, по отношению к первичным часам являются вторичными.

Во всех приборах этой системы электричество используется в качестве силы, приводящей механизмы вторичных часов и приборов в действие, а также для установления связи этих приборов с измерителями времени.

Точность отсчета времени вторичными часами в основном определяется точностью отсчета времени первичными часами. Большинство типов вторичных часов управляется от первичных не непрерывными сигналами, а импульсами, посылаемыми через дискретные промежутки времени, обычно через 1 *сек* или 1 *мин*.

Основной состав приборов, входящих в часовой комплекс и выпускаемых отечественной промышленностью, приведен в табл. 2. В качестве первичных часов обычно применяются маятниковые электромеханические часы.

В настоящее время в связи с широкой автоматизацией производства и разработкой новых технологических процессов возникла необходимость не только иметь согласованное время, но и программировать производственные процессы как по последовательности тех или иных действий, так и по продолжительности этих действий.

До настоящего времени для этих целей обычно используются часовые комплексы, упомянутые выше, которые первоначально были разработаны в основном для административных целей. Эти часовые комплексы не удовлетворяют требованиям современного производства с его сложными и быстро протекающими процессами как по точности отсчета моментов времени, так и по гибкости установления соответствующих программ.

Один из упрощенных вариантов подобных часовых устройств, позволяющих устанавливать различные программы выдачи сигналов времени, в которых управляющие сигналы выдаются с большой точностью, мы и опишем.

Таблица 2

Основные приборы и аппаратура заводской службы времени

Наименование прибора	Назначение прибора
Первичные электрические часы	Независимый отсчет времени с помощью собственных механизмов, приводимых в действие электрическим током. Посылка ежеминутно, а в некоторых конструкциях — ежесекундно импульсов электрического тока вторичным часовым приборам
Вторичные электрические часы	Указание единого точного времени
Сигнальные часы	Сигнализация о заданном времени начала и конца работы, о наступлении срока начала или конца того или иного этапа работ по заданному технологическому графику и т. п.
Табельные часы для отметки в карточках	Учет времени прихода и ухода рабочих и служащих с фиксацией этого времени на контрольных карточках или лентах
То же для отметки в ведомостях	Учет времени прихода и ухода рабочих и служащих с одновременным автоматическим заполнением соответствующей части ведомости на заработную плату
Штемпельные часы	Контроль движения различных документов с отпечатыванием на них данных времени
Сторожевые часы и замковые контрольные приборы	Контроль сторожевой охраны. Контроль открывания и закрывания замков
Часы-регистраторы продолжительности работы	Учет, фиксация и контроль длительности различных процессов производства и перерывов в работе

ПРИНЦИП РАБОТЫ ЭЛЕКТРОННЫХ ПРОГРАММИРУЮЩИХ ЧАСОВ

Часовым программирующим устройством называется прибор, синхронизированный сигналами точного времени и вырабатывающий в определенные моменты времени серии управляющих сигналов.

Подобные приборы должны состоять из: устройства измерения времени, например часовых механизмов или электронных генераторов; распределителей импульсов отсчета времени; коммутирующих устройств, позволяющих осуществить выбор наперед заданных импульсов отсчета времени, и устройства управления, приводящего в действие объекты, подлежащие программированию.

Программирующие часовые устройства могут быть как механическими, так и электронными. На первых обычно устанавливается ряд управляемых часовым механизмом кулачковых валов, которые вращаются с различными скоростями, определяемыми коэффициентами передачи соответствующих шестерен. Импульсы отсчета снимаются с контактов, управляемых кулачками

Механические программирующие часы неизбежно имеют люфты в механизмах передачи и неодинаковое время замыкания контактов и поэтому не могут обеспечить моменты выдачи сигналов с достаточной точностью. К тому же вращающиеся коммутаторы и остальные механические устройства требуют тщательного наблюдения и ухода (частой чистки контактов, устранения неизбежно появляющихся люфтов и пр.).

Более точными являются электронные программирующие часы. У них точность измерения времени при использовании электронных генераторов может быть получена по крайней мере не меньше точности электромеханических первичных часов, но при значительно меньших габаритах и большей простоте устройства измерения времени. Покажем это на примере.

Любой генератор, выполнен ли он на лампах или на полупроводниковых приборах, с течением времени изменяет частоту генерируемых им колебаний. Это явление обусловлено воздействием различных факторов: окружающей температуры, влажности, изменения напряжения источников питания и т. п.

Изменения частоты генераторов во времени в радиотехнике принято характеризовать коэффициентом нестабильности, определяемым по следующей формуле:

$$\gamma = \frac{F_{ном} \pm F_{рез}}{F_{ном}} = \frac{\Delta F}{F_{ном}} = \frac{T_{ном} \pm T_{рез}}{T_{ном}} = \frac{\Delta\tau}{T_{ном}},$$

где $F_{ном}$, $T_{ном}$ — номинальные частота и период колебания генератора, на которые его настраивают в начале измерения его стабильности;

$F_{рез}$, $T_{рез}$ — частота и период колебаний в конце какого-то отрезка времени;

ΔF, $\Delta\tau$ — отклонения частоты и периода колебаний за какой-то промежуток времени.

Этот коэффициент для ламповых и транзисторных генераторов при питании от стабилизированных источников

питания составляет $1 \cdot 10^{-5}$, а для камертонных генераторов $1 \cdot 10^{-6}$. Обычно для часов отклонение в показании времени считают за сутки. Тогда коэффициент нестабильности лучших первичных часов, для которых $\Delta\tau = 3$ *сек*, составит:

$$\gamma = \frac{\Delta\tau}{T} = \frac{3}{60 \cdot 60 \cdot 24} \approx 3{,}5 \cdot 10^{-5},$$

а для бытовых часов, у которых точность хода не лучше ± 30 *сек* в сутки, стабильность составит:

$$\gamma = \frac{\Delta\tau}{T} = \frac{30}{8\,640} \approx 3{,}5 \cdot 10^{-4},$$

т. е. на порядок ниже, чем для лучших технических часов. Однако стабильность лучших технических часов имеет тот же порядок, что и у простых электронных генераторов на лампах или транзисторах.

Электронные программирующие часы просты в изготовлении, и их может изготовить любой опытный радиолюбитель, тогда как электромеханические программирующие часы может изготовить только механик высокого класса.

Безусловно, электронные часы тоже будут иметь «люфты» из-за наличия конечной скорости срабатывания того или иного бесконтактного переключающего устройства, однако этот разброс имеет порядок единиц и десятков микросекунд, тогда как у механических устройств с течением времени он может достигать сотен миллисекунд.

Поскольку электронные программирующие часы обладают достаточно высокой точностью работы, они, кроме основной функции — программирования, могут также выполнять роль первичных часов общего часового комплекса (рис. 21). Следовательно, в них должны быть предусмотрены выходы для управления вторичными часами и всевозможными другими регистрирующими и сигнализирующими приборами.

Программирующие электронные часы могут быть представлены упрощенной блок-схемой, изображенной на рис. 22,*а* и состоящей из следующих устройств: 1) измерителя времени — задающего генератора *ЗГ*; он также включает в себя устройство для подгонки часов; 2) промежуточного делителя частоты — ПДЧ; 3) кольцевых коммутаторов, производящих отсчет секунд — *КОС*, минут — *КОМ* и часов — *КОЧ* с оптическими индикаторами, указывающими

отсчет времени; 4) датчиков секундных — *ДС* и минутных импульсов — *ДМ*, необходимых для управления вторичными часами; 5) блока коммутации программ — *БКП*, с помощью которого задается выполнение соответствующих программ по включению и выключению того или другого

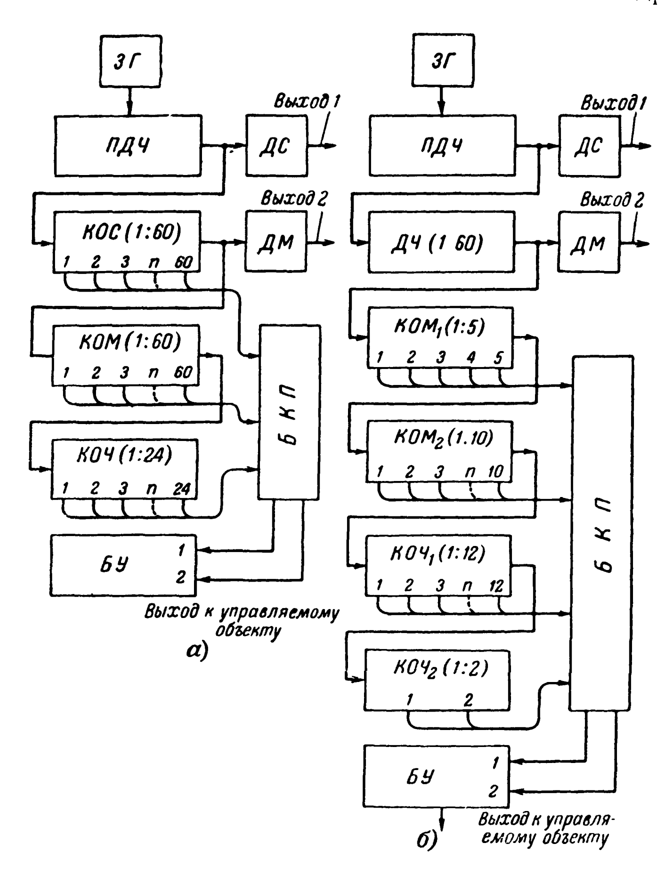


Рис. 22. Блок-схемы электронных программирующих часов.
а — первый вариант, *б* — второй, упрощенный вариант.

устройства; 6) блока управления — *БУ* — устройства, реализующего заданную программу.

Эту блок-схему можно было бы продолжить и дальше, например ввести в нее кольцевой коммутатор недельного отсчета, так как большинство предприятий и учреждений

имеет семидневный цикл работы, или кольцевой коммутатор, отсчитывающий доли секунд, и т. д.

Приведенная блок-схема с точки зрения механических устройств представляет не что иное, как набор шестерен с соответствующими коэффициентами передачи; электронными аналогами этих устройств являются делители частоты и кольцевые коммутаторы

Как первые, так и вторые служат для понижения поступающей на их входы управляющей частоты, однако кольцевые коммутаторы, помимо этого, распределяют импульсы управляемой частоты во времени и пространстве по соответствующим выходам, число которых определяется коэффициентом деления кольцевого коммутатора.

Рассмотрим последовательность формирования управляющих сигналов программирующими часами.

Частота импульсов, генерируемых задающим генератором, с помощью промежуточного делителя частоты понижается до частоты, равной 1 *гц*, т. е. на его выходе получаются секундные импульсы. Из этих импульсов в датчике секундных импульсов формируются импульсы, необходимые для управления вторичными часами (выход *1*).

Одновременно из импульсов, получаемых с выхода *ПДЧ*, с помощью кольцевого коммутатора отсчета секунд формируются распределенные во времени и пространстве секундные импульсы, необходимые для управления оптическими индикаторами, которые показывают текущее время. Эти же импульсы служат для управления в заданные моменты времени тем или другим устройством. Для этой цели коммутатор отсчета секунд связан с блоком коммутации программ. Очевидно, что *КОС* должен иметь 60 выходов, что соответствует числу секунд в минуте, и, следовательно, коэффициент деления, равный 60.

Импульсы, получаемые на выходе *КОС*, имеют частоту повторения, равную 1 *имп/мин*, т. е. на его выходе получаются минутные импульсы. В блоке *ДМ* формируются минутные импульсы, необходимые для управления вторичными часами (выход *2*).

Аналогично рассмотренному из минутных импульсов в кольцевом коммутаторе отсчета часов формируются часовые импульсы. Это устройство по числу часов в сутках имеет 24 выхода.

Для того чтобы управляемое устройство могло быть включено и выключено в заданные моменты времени,

в блоке коммутации программ должны быть предусмотрены соответствующие переключатели или любые другие коммутирующие устройства. Очевидно, что число таких устройств будет определяться числом кольцевых коммутаторов и числом управляемых объектов.

Импульсы, получаемые на выходе *БКП*, по раздельным линиям *1* и *2* поступают в блок управления. Этими импульсами управляемое устройство будет автоматически, по заранее заданной программе, включено и выключено точно в установленные моменты времени.

Рассмотренная блок-схема программирующих часов весьма проста. Однако для практического применения в радиолюбительской практике она сложна тем, что имеет большое количество схемных элементов, которые к тому же в практике радиолюбителей не будут все полностью использованы. Например, едва ли потребуется отсчет времени с точностью до секунд. Поэтому этот кольцевой коммутатор вместе с индикаторным устройством можно заменить делителем частоты на 60.

Кольцевой коммутатор отсчета часов вполне можно уменьшить с 24 до 12, т. е. отсчитывать время так, как это делается в обычных часах.

Кольцевой коммутатор отсчета минут можно разбить на два коммутатора: первый, например, отсчитывает минуты с циклом повторения через 5 *мин* (или с циклом повторения через 10 *мин*), второй отсчитывает число 5-минутных (или 10-минутных) интервалов времени.

В этом случае устройство отсчета минут будет содержать 17 элементов для первого случая и 16 — для второго, тогда как это же устройство, приведенное на рис. 22,*а* имело 60 элементов, т. е. представляется возможным сократить число элементов кольцевого коммутатора отсчета минут более чем в 3 раза. Количество переключателей при этом увеличится, однако число контактов на переключателях уменьшится.

По такому же принципу можно устроить секундный и часовой отсчеты, если в этом возникнет потребность.

Блок-схема упрощенного варианта электронных программирующих часов приведена на рис. 22,*б*. Здесь приняты следующие обозначения: *ДЧ* — делитель частоты; $КОМ_1$ — кольцевой коммутатор отсчета минут от 1 до 5; $КОМ_2$ — кольцевой коммутатор отсчета минут через интервалы времени, равные 5 *мин*; $КОЧ_1$ — кольцевой коммутатор отсчета часов от 1 до 12 (или от 13 до 24); $КОЧ_2$ —

кольцевой коммутатор отсчета часов через интервалы времени, равные 12 *ч* (полусутки), т. е. указывает, к какой части суток относится время, отсчитываемое предыдущим коммутатором.

ПРИНЦИП РАБОТЫ И ВЫБОР ЭЛЕМЕНТОВ СХЕМ ОСНОВНЫХ УЗЛОВ ЭЛЕКТРОННЫХ ПРОГРАММИРУЮЩИХ ЧАСОВ

Задающий генератор. В тех случаях, когда не требуется большая точность отсчета времени в качестве задающего генератора можно применить мультивибратор с температурной стабилизацией (рис. 23). Достоинство такого генератора состоит в том, что можно простыми средствами осуществлять регулировку частоты генерируемых колебаний, например изменением напряжения $U_б$, подаваемого на базы транзисторов мультивибратора. К тому же получаемые на

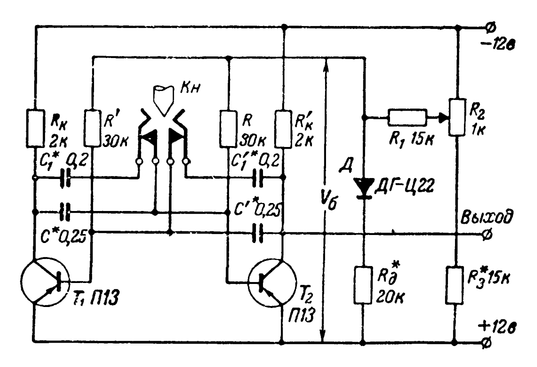


Рис. 23. Схема мультивибратора (задающего генератора) с температурной стабилизацией частоты (*Кн*—кнопка установки показания времени).

его выходах импульсы имеют достаточно хорошую крутизну фронтов, что позволяет использовать их для управления последующими схемами без предварительного формирования.

При выборе частоты мультивибратора следует иметь в виду, что с понижением частоты мультивибратора возрастает емкость конденсаторов C, C_1, C' и C'_1. Увеличение емкости конденсаторов ведет в свою очередь к понижению стабильности частоты мультивибратора за счет нестабильности самих конденсаторов большой емкости. Практически частоты мультивибратора ниже 40—50 *гц* выбирать не следует. Увеличение частоты выше 100—120 *гц*

нерационально, так как при этом увеличивается коэффициент деления промежуточного делителя частоты, что приводит к усложнению схемы. На частотах 50—100 *гц* мультивибратор обеспечивает стабильность частоты γ порядка $\pm 3{,}5 \cdot 10^{-4}$, что вполне обеспечивает суточную точность электронных часов ± 30 *сек*. Однако при соответствующем выборе диода *Д* и подборе сопротивления $R_д$, а также при осуществлении питания от индивидуального источника, например от отдельных карманных батарей, мультивибратор может обеспечить стабильность частоты γ не хуже $\pm (3 \div 5) \cdot 10^{-5}$.

Транзисторы следует выбирать с малым током утечки как коллекторного перехода $I_{к0}$, так и эммитерного перехода $I_{э0}$. Падение напряжения на открытых транзисторах (при отключенных конденсаторах C, C', C_1 и C_1') должно быть не более 0,1 *в*.

Перевод «стрелок часов» (подгонка времени) осуществляется кнопкой *Кн*, с помощью которой отключаются конденсаторы C_1, C_1', и этим увеличивается частота мультивибратора.

При необходимости получения более точного отсчета времени в качестве задающего генератора можно применить генераторы камертонного типа, которые нашли широкое применение в аппаратуре дальней связи, так как они более просты и обладают более высокой стабильностью, по сравнению с кварцевыми генераторами низких частот. Камертонные генераторы, как правило, изготавливают на частоты 1 000—5 000 *гц*, в частности для фототелеграфной аппаратуры на 1 800 *гц*.

Простейшая схема камертонного генератора на транзисторе показана на рис. 24. У конца каждой ножки камертона (*1*, *2*) расположены постоянные магниты (M_1 и M_2), магнитное поле которых замыкается через ножку камертона На магнитах расположены катушки (K_1 и K_2). При колебаниях камертона изменяется воздушный зазор между его ножками и постоянными магнитами, в результате чего изменяется магнитный поток и в катушках индуктируется э. д. с. Если катушки, находящиеся на постоянных магнитах, включить в коллекторную и базовую цепи транзистора, как показано на рис. 24, то схема при определенных условиях будет генерировать. При включении коллекторной цепи транзистора в катушке K_1 возникает ток и намаг-

ничивает магнит M_1, который притянет ножку камертона, сообщая ей толчок Ножка *1* начнет колебаться, увлекая за собой также ножку *2*. В результате колебаний ножки *2* в катушке K_2 возникает переменная э. д. с., которая, поступая на базу транзистора, вызывает изменение коллекторного тока Этот переменный по величине коллекторный ток, протекая по катушке K_1, в свою очередь будет изменять магнитное поле около ножки *1* и усиливать ее колебания. Усиление колебаний ножки камертона еще более увеличивает э. д. с. в цепи базы транзистора и т. д., и схема начинает генерировать с частотой, близкой к частоте собственных колебаний камертона.

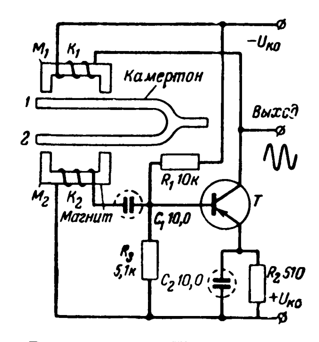


Рис. 24. Простейшая схема камертонного задающего генератора.

Приведенная схема практически почти не применяется, так как она не обеспечивает высокой стабильности при изменениях напряжения источника питания и окружающей температуры, хотя сам камертон изготовляется из двух металлов с положительным и отрицательным температурными коэффициентами (сталь и элинвар).

На частоту камертонного генератора существенное влияние оказывают электрическая схема камертонного транзисторного генератора, ее режим и особенно изменения напряжения источников питания и параметров транзистора при изменениях окружающей температуры. Эти факторы изменяют амплитуду колебания ножек камертона, причем влияние амплитуды колебания камертона на его частоту по сравнению с другими влияниями является более сильным.

Исходя из сказанного, важно выбрать электрическую схему камертонного генератора и ее режим такими, чтобы при изменениях питающих напряжений и окружающей температуры по возможности избежать изменений коллекторного тока генератора в катушке камертона. С этой целью транзисторный генератор ставят в режим ограничения В этом случае изменение питающего напряжения (до $\pm 1\%$) незначительно сказывается на токе нагрузки, так как большую часть периода колебаний транзистор работает в режиме тока насыщения.

Для работы транзисторного генератора в режиме ограничения на базу транзистора необходимо подать высокое напряжение. Последнее получается за счет усиления напряжения, возникающего в катушках камертона, дополнительным транзисторным усилителем.

Схема камертонного генератора с усилительным и ограничительным каскадами приведена на рис. 25, где T_1 — усилительный транзистор и T_2 — транзистор ограничительного каскада.

Специальным подбором емкости C_2 и сопротивления R_1 можно создать условия, при которых приведенная схема становится мало чувствительной к изменениям коллектор-

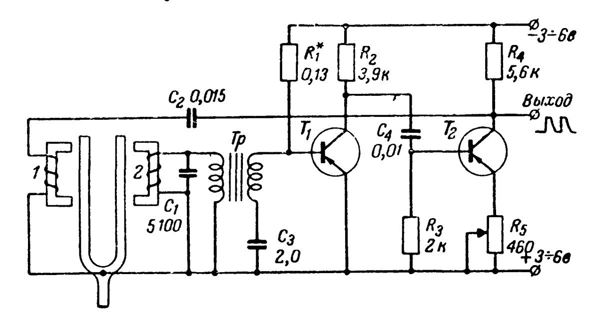


Рис. 25. Схема камертонного генератора на транзисторах с автоматической стабилизацией амплитуды колебаний камертона.

ного напряжения. Режим ограничительного каскада выбирается таким, чтобы при положительной полуволне напряжения на базе транзистора T_2 коллекторный ток отсутствовал и появлялся в короткие промежутки наибольших отрицательных значений базового напряжения. В моменты, когда транзистор T_2 закрыт, конденсатор C_2 медленно заряжается от напряжения источника питания через сопротивление R_4, а когда транзистор T_2 открыт, конденсатор C_2 быстро разряжается через этот открытый транзистор и катушку *1* камертона.

Таким образом, действие каскада, работающего в режиме ограничения, сводится к тому, что транзистор T_2 работает в качестве ключа в разрядной цепи конденсатора C_2. Благодаря этому камертон возбуждается строго определенными порциями энергии, накапливаемой в конденсаторе C_2 и генератор практически не изменяет своего режима при изменениях напряжения питания, поскольку последнее

влияет только на заряд конденсатора. Изменение напряжения питания на 10% вызывает изменение стабильности генератора приблизительно на $1 \cdot 10^{-6}$. Изменение напряжения на коллекторе, а следовательно, и частоты колебаний можно значительно уменьшить применением стабилитронов (кремниевых диодов). Такой же порядок составляет уход частоты при изменении окружающей температуры от 10 до 50° С.

Однако даже при самом точном изготовлении камертонов частоты различных камертонных генераторов не могут быть получены с нужной степенью точности. Поэтому необходимо иметь возможность регулировать частоту камертонного генератора с целью более точной настройки устройства измерения времени.

Управление частотой камертонного генератора осуществляется или изменением магнитного потока постоянных магнитов, например дополнительным подмагничиванием, или изменением воздушного зазора магнитов или амплитуды тока, питающего катушку магнита [в цепь эмиттера транзисторного генератора включается дополнительное сопротивление R_5 (рис. 25), при помощи которого осуществляется отрицательная обратная связь в транзисторном генераторе].

Практически при изменении сопротивления R_5 частота изменяется на единицы герц, а при изменении магнитного потока частоту камертонного генератора можно изменять на десятые доли герца.

В качестве трансформатора *Тр* используется любой низкочастотный трансформатор с коэффициентом трансформации 10 : 1.

Делители частоты. Делители частоты целесообразно строить на феррит-диодных регистрах сдвига. Согласно блок-схеме на рис. 22,*б* промежуточный делитель должен выдавать секундные импульсы, т. е. частота следования импульсов на выходе должна быть равна 1 *гц*. Для этой цели можно применить двухрядный делитель, каждый ряд которого представляет собой одноходовый регистр сдвига, замкнутый в кольцо.

Функциональная схема делителя частоты приведена на рис. 26.

Делители частоты, построенные на регистрах сдвига, могут иметь как автоматическую запись «1» в каждый ряд делителя, так и ручную. Первая осуществляется за счет применения схем «ЗАПРЕТ». Эти схемы сложны в наладке

и требуюг повышенной мощности от источника тактовых импульсов Поэтсму в описываемых программирующих часах принята ручная запись «1» с помощью кнопки *Кн*

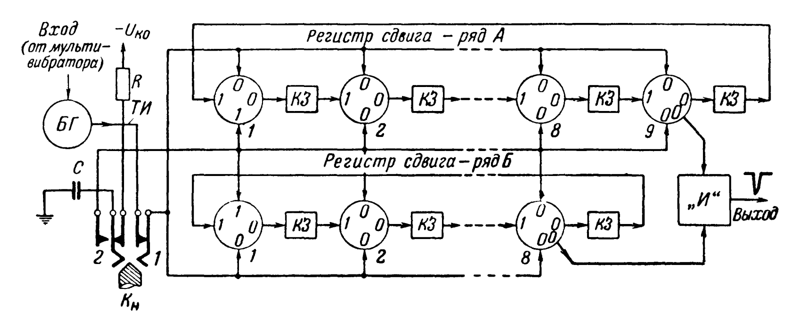


Рис. 26. Функциональная схема промежуточного делителя частоты на магнитных регистрах сдвига.

БГ — блокинг-генератор, *КЗ* — цепь задержки, *Кн* — кнопка записи «1», «И» — схема двух совпадений.

(рис. 26). Этой же кнопкой одновременно осуществляется запись «1» и в другие устройства на ферритовых торах

Импульсы, образованные в формирующих блоках [задающем генераторе (*ЗГ*) и блокинг-генераторе] и управляющие регистром сдвига, будем называть тактовыми

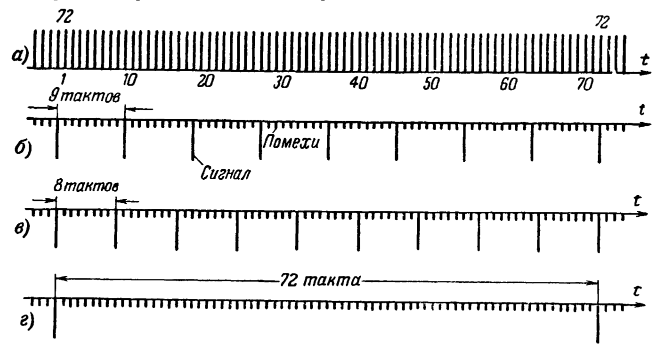


Рис. 27. Распределение во времени входных и выходных импульсов в делителе частоты 1:72.

а — управляющие импульсы на входах регистров сдвига, *б* — импульсы на выходе первого регистра сдвига, *в* — импульсы на выходе второго регистра сдвига, *г* — импульсы на выходе схемы «И».

При нажатии кнопки *Кн* контактом *1* отключаются задающий генератор и блокинг-генератор тактовых импульсов, а переключающимся контактом *2* к записывающим об-

моткам подключается конденсатор C, заряженный до напряжения $U_{\text{к0}}$. Эти обмотки включены так, что первые торы каждого ряда перемагничиваются в состояние «1», а остальные — в состояние «0».

При отпускании кнопки *Кн* «1», записанные в регистры, за счет тактовых импульсов будут циркулировать каждая в своем кольце.

Выход каждого регистра соединен с выходом делителя частоты через схему «И». Следовательно, сигнал на выходе схемы «И» (делителя частоты) будет появляться только при одновременном поступлении сигналов на оба ее входа (рис. 27). Частота задающего генератора взята равной 72 *гц*. Принципиальная схема промежуточного делителя частоты приведена на рис. 28. Источником тактовых импульсов является ждущий блокинг-генератор (транзистор T_1), управляемый от положительных импульсов задающего генератора — мультивибратора. Ключевая цепь регистров сдвига управляется транзистором T_2, который открывается обратным импульсом блокинг-генератора. Схема «И» состоит из диодов $Д_2$, $Д_3$ и сопротивления R_4. При одновременном поступлении с обоих регистров сдвига импульсов отрицательной полярности диоды $Д_2$ и $Д_3$ запираются и на выход схемы поступает импульс отрицательной полярности (рис. 27,*б*).

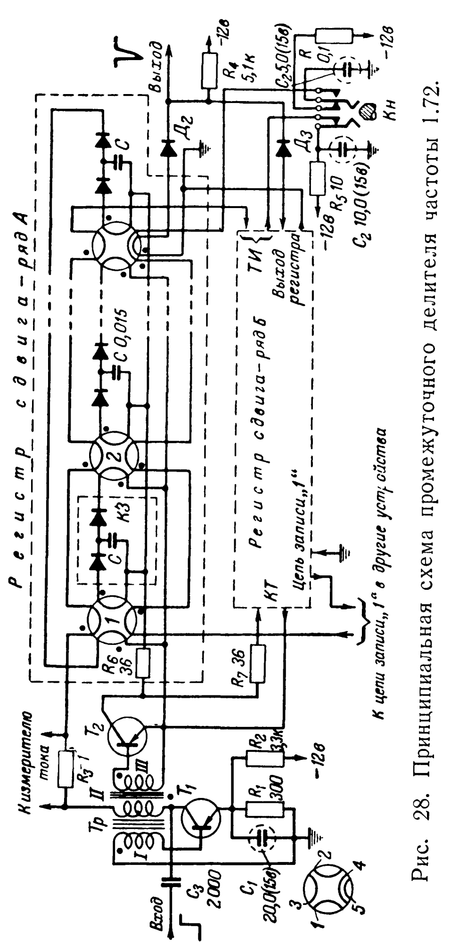


Рис. 28. Принципиальная схема промежуточного делителя частоты 1.72.

Делитель частоты 1 : 60, так же как и промежуточный делитель, состоит из двух регистров сдвига, замкнутых в кольцо; первый регистр имеет 10, а второй — 6 ячеек. Регистры соединены последовательно, благодаря чему и достигается деление на 60. Функциональная схема делителя приведена на рис. 29.

Принципиальная схема делителя 1 : 60 по существу ничем не отличается от схемы на рис. 28 и поэтому не приводится.

Кольцевые коммутаторы, предназначенные для управления программирующими устройствами, в принципе мало чем

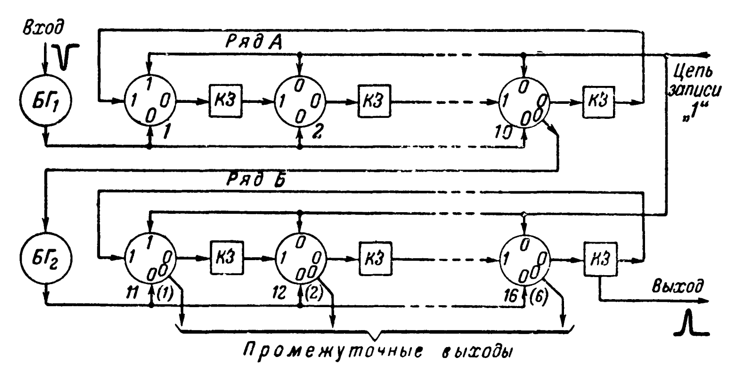


Рис. 29. Функциональная схема делителя частоты 1·60.

отличаются от делителей частоты. Основное их отличие состоит в том, что они, осуществляя деление частоты, распределяют управляющие импульсы во времени и пространстве, т. е. должны иметь число промежуточных выходов, равное коэффициенту деления.

Поскольку кольцевые коммутаторы в данных программирующих часах совмещают в себе и оптические индикаторы, необходимые для визуального контроля, они могут быть выполнены или полностью на приборах с газовым разрядом, например на тиратронах тлеющего разряда, или на магнитных элементах в комбинации с газонаполненными приборами (тиратронами тлеющего разряда или неоновыми лампами). Поэтому представляет интерес рассмотреть устройство коммутаторов как первого, так и второго типов.

Кольцевой коммутатор на тиратронах можно построить по схеме, приведенной на рис. 30. Поскольку напряжение, поступающее с обмоток торов, недостаточно для непосред-

ственного управления коммутатором, то первый кольцевой коммутатор, управляемый от «делителя частоты 1 : 60», должен иметь усилительный каскад—тиратрон $Л_0$. На управляющую сетку этого тиратрона подано стабилизированное неоновой лампой *Лн* постоянное напряжение, несколько меньшее потенциала гашения тиратрона по управляющей сетке. При поступлении на вход короткого импульса отрицательной полярности с достаточной амплитудой заряжается конденсатор C_4. Напряжение, возникающее между управляющим электродом и катодом тиратрона, по величине несколько большее, чем потенциал зажигания тиратрона по управляющей сетке, зажигает тиратрон. В это время через сопротивление R_6, диод *Д* и выходную обмотку «делителя частоты 1 : 60» проходит ток, определяемый напряжением на конденсаторе C_3. Как только конденсатор C_3 разрядится, тиратрон $Л_0$ погаснет. Таким образом, тиратрон $Л_0$ усиливает и расширяет по длительности поступающие на вход импульсы, необходимые для управления кольцевым коммутатором.

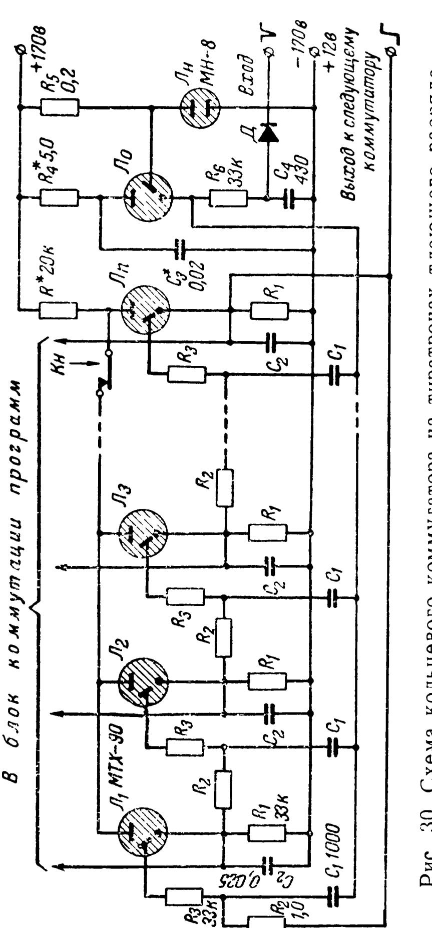


Рис. 30. Схема кольцевого коммутатора на тиратронах тлеющего разряда

Анодное питание схемы имеет напряжение, несколько большее, чем потенциал зажигания между анодом и катодом тиратронов. Поэтому при включении питания может одновременно зажечься несколько тиратронов. Зажигание

одного тиратрона, необходимое для установления исходного состояния, осуществляется кнопкой *Кн,* при помощи которой разрываются анодные цепи всех тиратронов, за исключением одного. Как только зажигается соответствующий тиратрон, на анодной шине устанавливается напряжение ниже потенциала зажигания тиратронов и тогда кнопку *Кн* можно отпустить

Напряжение на пусковом электроде каждого тиратрона коммутатора определяется падением напряжения на сопротивлении в катодной цепи предыдущего. Наиболее высокий потенциал имеет пусковой электрод того тиратрона, который следует за горящим Поэтому при воздействии положительного импульса на катод тиратрона $Л_0$ вспыхивает именно этот тиратрон. При этом через общее сопротивление R в анодной цепи всех тиратронов протекает дополнительный ток и потенциал анодов всех тиратронов падает. В это время потенциал катода только что вспыхнувшего тиратрона устанавливается равным потенциалу нулевого провода, а потенциал катода тиратрона, горевшего до этого, оказывается более высоким, так как емкость C_2 сохраняет свой заряд. Поэтому при понижении напряжения на анодах первый тиратрон гаснет, а второй остается горящим.

Таким образом, при поступлении импульсов с катода тиратрона $Л_0$ вспыхивает тиратрон, следующий за горевшим, горевший тиратрон гаснет, а следующий за вспыхнувшим становится наиболее чувствительным к зажиганию.

При применении кольцевых коммутаторов, построенных на тиратронах, в качестве коммутатора отсчета полусуток целесообразно применить триггер на тиратронах тлеющего разряда, схема которого приведена на рис. 31. Триггер работает следующим образом. Пусть в начальном состоянии горел первый тиратрон $Л_1$. При этом конденсатор C_1 был заряжен до величины падения напряжения, создаваемого проходящим по сопротивлению R_1 рабочим током. При поступлении на пусковые аноды тиратронов управляющего импульса положительной полярности возрастает пусковой ток второго тиратрона и он вспыхивает

В первый момент, пока не зарядится конденсатор C_2, разность потенциалов между анодами ламп и зажимом $U_а$ устанавливается равной падению напряжения на тиратроне $Л_2$, а так как конденсатор C_1 был заряжен, то на тиратроне $Л_1$ напряжение оказывается ниже необходимого для поддержания горения и он гаснет. При подаче следующего

управляющего импульса триггер переходит в первоначальное состояние.

Второй тип кольцевого коммутатора, построенного на ферритовых торах, приведен на рис. 32. В нем функцию распределения импульсов в пространстве и во времени выполняет обычный регистр сдвига, замкнутый в «кольцо», в который, так же как и в делитель частоты, кнопкой записи «1» записывается только одна «1».

Поскольку в схемах на ферритовых торах выходные сигналы в обмотках появляются только в момент перемагничивания торов из одного состояния намагниченности

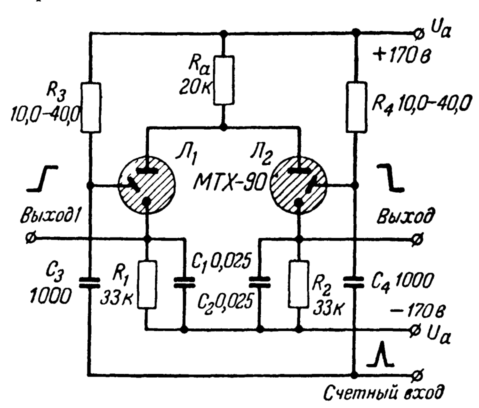


Рис 31. Схема триггера на тиратронах тлеющего разряда.

в другое, необходимо иметь приборы, которые запоминали бы перемагничивание каждого тора до тех пор, пока не перемагнитится последующий. В качестве таких приборов могут быть применены неоновые лампы или тиратроны тлеющего разряда.

Из тиратронов, выпускаемых промышленностью, наиболее подходящими для применения в описываемых приборах являются тиратроны типа МТХ-90, а из неоновых ламп — лампы типа МН-3 любой из шести групп (см. приложение 1). Эти лампы имеют небольшой разброс параметров и в то же время достаточное быстродействие. Неплохие результаты получаются и с неоновыми лампами типа МН-8, которые по размерам почти в 2 раза меньше ламп МН-3 (рис. 33) и имеют достаточно яркое свечение. Однако эти лампы имеют значительный разброс параметров, и поэтому перед установкой в схему требуется обязательно произвести их разбраковку.

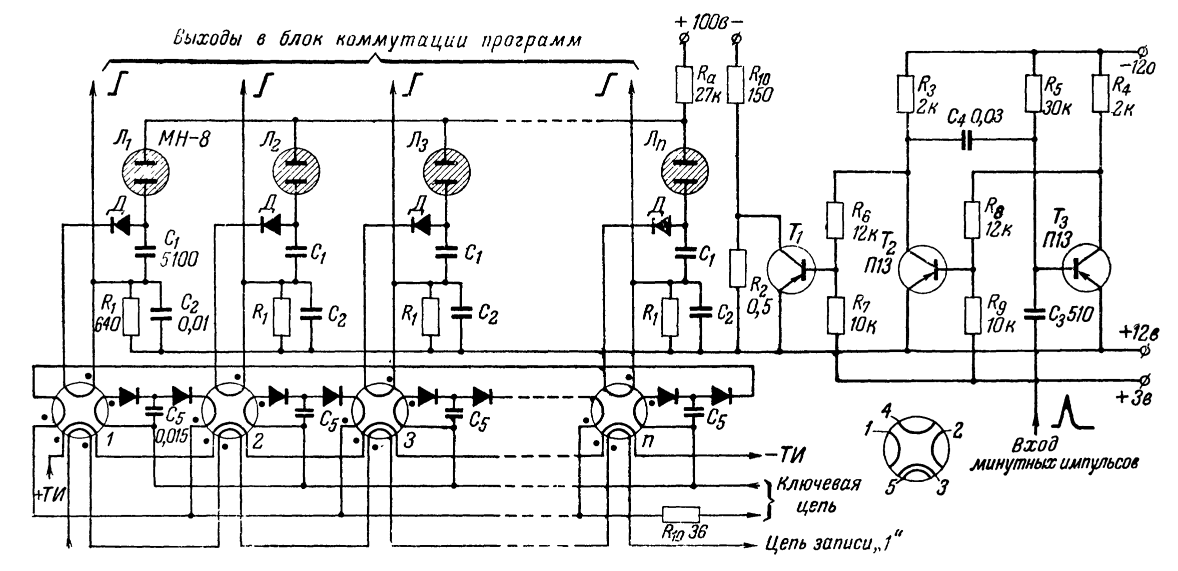


Рис. 32. Схема включения неоновых ламп в кольцевой коммутатор на ферритовых торах

Поскольку сопротивление R_1 (рис. 32) не может быть взято сравнительно большим, таким, как в схеме на рис. 30. так как гистерезисная петля у неоновых ламп во много раз уже, чем у тиратронов, и к тому же неоновые лампы имеют значительный разброс потенциалов зажигания и гашения, может оказаться, что при питании неоновых ламп через общее, сравнительно небольшое сопротивление $R_а$ порядка 20—50 *ком* при зажигании последующей лампы не будет гаснуть предыдущая. Чтобы избежать этого явления, необходимо увеличивать сопротивление $R_а$ до 150—250 *ком* при $U_а = 100$ *в*. Однако в этом случае яркость свечения будет недостаточной. Для того чтобы обеспечить достаточную яркость и в то же время исключить одновременное горение нескольких ламп, следует во время зажигания последующей лампы и гашения предыдущей автоматически увеличивать анодное сопротивление.

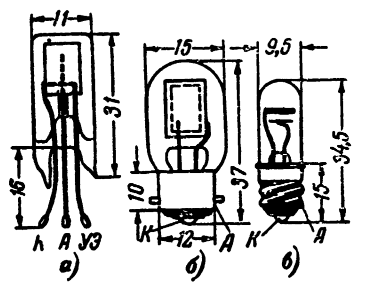


Рис. 33. Внешний вид газоразрядных приборов и их цоколевка.

а — тиратрон тлеющего разряда МТХ-90, *б* — неоновая лампа МН-3, *в* — неоновая лампа МН-8, *А* — анод; *К* — катод; *УЭ* — управляющий электрод.

С этой целью во всех кольцевых коммутаторах установлен реактивный триггер (транзисторы T_2 и T_3) с усилительным транзистором T_1. Последний включен последовательно с минусом анодного источника питания (100 *в*). При поступлении с цепи задержки *КЗ* второго кольца делителя частоты 1 : 60 каждого минутного импульса положительной полярности на вход минутных импульсов (см. рис. 32) триггер срабатывает (транзистор T_2 открывается, а T_3 закрывается) и закрывает усилительный транзистор T_1; тем самым увеличивается сопротивление анодной цепи всех неоновых ламп. Через некоторое время, определяемое параметрами реактивного триггера, последний приходит в исходное состояние и устанавливает нормальную яркость свечения неоновых ламп.

Поджиг неоновых ламп осуществляется в моменты действия тактовых импульсов напряжением, получаемым с четвертых обмоток торов. Поскольку эти импульсы напряжения имеют длительность порядка 5 *мксек*, а время, необхо-

димое для ионизации неоновых ламп, ссставляет около 30—50 *мксек,* то необходимо увеличить длительность поджигающих импульсов. Увеличение длительности импульсов осуществляется конденсаторами C_1 и диодами *Д*. Назначение диода *Д*—исключить разряд конденсаторов C_1 через обмотки торов и в то же время обеспечить протекание постоянного тока через зажженную неоновую лампу.

Сопротивление R_1 совместно с внутренним сопротивлением зажженной неоновой лампы и сопротивлением $R_а$ является делителем напряжения, с которого снимается управляющее напряжение в блок коммутации программ. Кроме того, сопротивление R_1 совместно с конденсатором C_2 до некоторой степени ускоряет гашение неоновой лампы, как это имеет место в схеме на рис. 30.

Рассмотренная схема (рис. 32), безусловно, сложнее первой (рис. 30). Однако эта схема значительно проще в наладке и допускает значительно бóльшие колебания питающих напряжений — до ±25%. В первой схеме допускаются колебания не более ±10%.

Блок коммутации программ предназначен для выбора управляющих сигналов, которые вырабатываются кольцевыми коммутаторами и управляют различными устройствами. Выбор управляющих сигналов от каждого кольцевого коммутатора можно осуществить с помощью двух групп переключателей. Первой группой будут выбираться сигналы, определяющие мсменты включения, а второй — моменты выключения управляемого устройства.

Очевидно, что выходы каждой группы переключателей должны быть объединены логическим элементом «И», который выдает управляющий сигнал на своем выходе только тогда, когда одновременно на все его входы поступят сигналы со всех кольцевых коммутаторов.

При таком способе выбора управляющих сигналов число переключателей для одногс управляемого объекта будет определяться не только количеством кольцевых коммутаторов, но и тем, сколько раз потребуется включить и выключить управляемый объект в течение цикла работы программирующих часов Поэтому такой способ коммутации программ целесообразно предусматривать для часто меняющихся программ.

В тех случаях, когда программой, устанавливаемой на длительное время, предусматриваются многократное включение и выключение управляемого объекта за цикл работы программирующих часов, выбор управляющих сигналов

можно более просто осуществить с помощью кроссировочных проводов, подключаемых между соответствующими выходами кольцевых коммутаторов и входами логических цепочек «И». Выходы последних в свою очередь объединяются логическими элементами «ИЛИ» (собирательные схемы).

По-видимому, в этом случае основой блока коммутации программ будут являться логические элементы, объединенные в соответствии с заданной программой. Принцип построения логической схемы блока коммутации программ рассмотрим на примере управления электрическим звонком, сигнализирующим о начале и конце уроков в школе.

Обычно принятое расписание занятий в школе представлено в табл. 3.

Таблица 3

Расписание уроков в школе

Номер урока	Начало урока	Конец урока	Продолжительность перерыва, *мин*
1	8 *ч* 30 *мин*	9 *ч* 15 *мин*	15
2	9 „ 30 „	10 „ 15 „	15
3	10 „ 30 „	11 „ 15 „	20
4	11 „ 35 „	12 „ 20 „	15
5	12 „ 35 „	13 „ 20 „	15
6	13 „ 35 „	14 „ 20 „	Конец занятий

Установим продолжительность звонка порядка 30 *сек*.

Чтобы составить логическую схему осуществления заданного расписания уроков, сделаем анализ этого расписания. Из рассмотрения блок-схемы на рис. 22 известно, что сигнал в блок управления должен поступать только тогда, когда программирующие часы укажут заданное время. Для выполнения этого условия необходимо иметь логический элемент «И», т. е. схему нескольких совпадений. Для часов, представленных блок-схемой на рис. 22,*б* и выполняющих представленное табл. 3 расписание, схема «И» должна иметь три входа: первый — от кольцевого коммутатора отсчета полусуток ($КОЧ_2$), второй — от кольцевого коммутатора отсчета часов ($КОЧ_1$) и третий — от кольцевого коммутатора отсчета 5-минутных интервалов времени ($КОМ_2$).

Сколько же схем «И» необходимо иметь для данного расписания? Можно сказать, что для подачи звонка о начале уроков необходимо иметь шесть схем «$И_н$» и такое же количество схем «$И_к$» для подачи звонка о конце уроков

(индексы н и к означают начало и конец уроков), т. е. всего 12 схем «И». При построении схем «И» на диодах, объединяемых общей схемой «ИЛИ», потребуется $3 \times 12 + 12 = 48$ диодов.

При детальном анализе расписания уроков, например рассматривая подачу звонков о начале уроков, можем заметить, что первые три урока имеют периодическую повторяемость. Следовательно, подачу звонка о начале первых трех уроков можно осуществить одной схемой «$И_{н1}$» при условии, что раздельные входы от коммутатора отсчета часов объединяются схемой «$ИЛИ_{н1}$». Таким образом, схема «$И_{н1}$» будет иметь один вход от коммутатора отсчета полусуток, второй вход от коммутатора отсчета 30 минут и третий вход со схемы «$ИЛИ_{н1}$», объединяющей три выхода коммутатора отсчета часов.

Анализируя последние три урока, видим, что они также имеют периодическую повторяемость. Однако следует заметить, что шестой урок начинается во вторые полусутки (соответственно отсчету времени, принятому на блок-схеме на рис. 22,*б*).

Следовательно, периодическая повторяемость имеется только у четвертого и пятого уроков. Значит, подачу звонка о начале четвертого и пятого уроков можно осуществить одной схемой «$И_{н2}$» и подачу звонка о начале шестого урока — другой схемой: «$И_{н3}$».

Аналогично рассмотренному нетрудно составить логическую схему управления звонком, сигнализирующим конец каждого заданного урока.

На основе этих рассуждений можно построить блок-схему соединений логических элементов для заданного программирования, приведенную на рис. 34. Для данной схемы потребуется 36 диодов, т. е. на 25% меньше, чем для первого рассмотренного варианта.

Используя приведенные выше рассуждения, можно и далее внести некоторые упрощения в схему, однако сделать это уже нелегко, так как рассуждения становятся более сложными. В этих случаях целесообразно прибегнуть к математическому аппарату, называемому алгеброй переключающих или релейных схем.

Принципиальная схема соединения одной части логических элементов подачи звонка начала первых трех уроков показана на рис. 35.

Допустим, что на все входы «ИЛИ$_{н1}$» и «И$_{н1}$» сигналы не поступают. Тогда выход схемы «И$_{н1}$» будет зашунтирован через любой из диодов $Д_4$, $Д_5$ или $Д_6$ выходным сопротивлением устройства, подключенного ко входу этой схемы. Как только наступят первые полу-

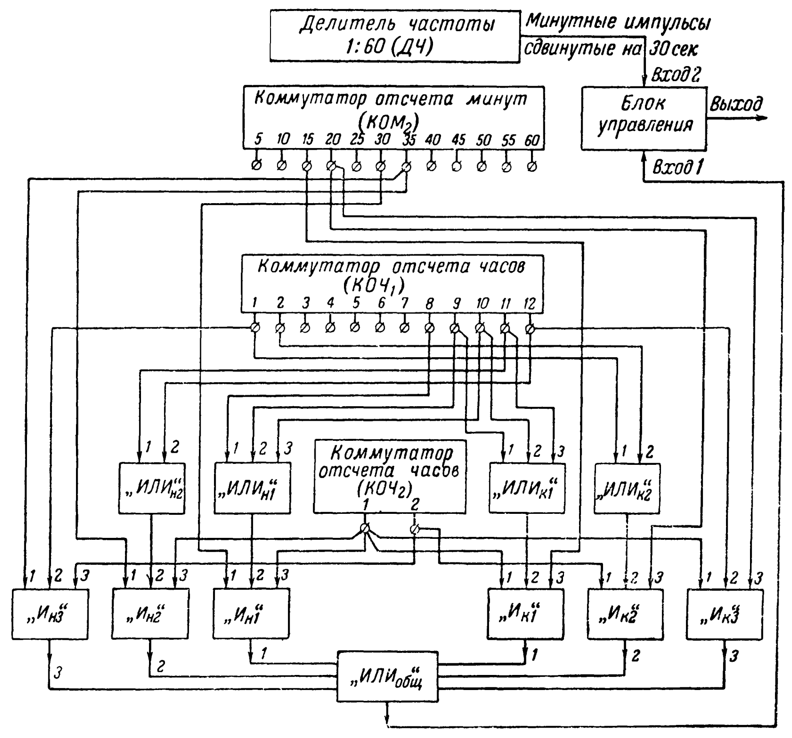


Рис. 34. Блок-схема программирования подачи звонков о начале и конце уроков в школе.

сутки, на вход *3* схемы «И$_{н1}$» с сопротивления R_1 кольцевого коммутатора отсчета полусуток, схема которого аналогична схеме на рис. 32, будет подано положительное напряжение. Диод $Д_6$ третьего входа запрется, и тем самым схема «И$_{н1}$» будет подготовлена по входу *3*. Как только в кольцевом коммутаторе отсчета часов зажжется неоновая лампа $Л_8$ (см. рис. 32), на вход *1* схемы «ИЛИ$_{н1}$» с сопротивления R_1 схемы на рис. 32 будет

подано положительное напряжение, которое через диод $Д_1$ входа *1* схемы «ИЛИ$_{н1}$» закроет диод $Д_5$ входа *2* в схеме «И$_{н1}$». При загорании в коммутаторе отсчета 5-минутных интервалов времени неоновой лампочки $Л_6$ (см. рис. 32), соответствующей показанию 30 *мин*, закроется диод $Д_4$ входа *1* схемы «И$_{н1}$», т. е. в необходимое время

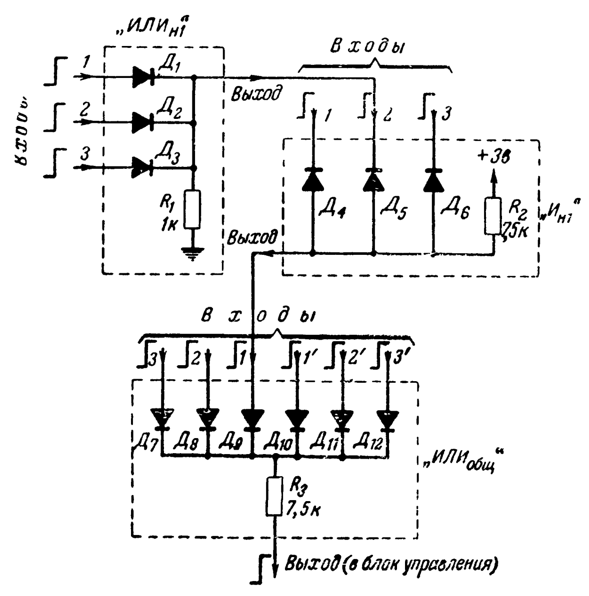


Рис. 35. Принципиальная схема соединений логических элементов (схем «ИЛИ» и «И») блока коммутации программ.

(8 *ч* 30 *мин*) все диоды схемы «И$_{н1}$» будут закрыты, и на ее выходе появится управляющее напряжение от источника питания $+3$*в*. Это управляющее напряжение через схему «ИЛИ$_{общ}$» поступит на вход *1* блока управления (см. рис. 34) и последний включит звуковую сигнализацию. Через 30 *сек* в блок управления с делителя частоты на вход *2* (см. рис. 34) будет подан сигнал, определяющий подачу конца звонка.

Импульс, определяющий конец подачи звонка, снимается с тора *3* второго регистра делителя частоты 1 : 60. Этот импульс по существу является также минутным импульсом,

только он сдвинут на 30 *сек* по отношению к импульсу, поступающему на коммутатор отсчета минут.

Блок управления, предназначенный для обеспечения питанием управляемого объекта, должен включать в себя устройство с несколькими устойчивыми состояниями и устройство, обеспечивающее коммутацию цепей с большим потреблением энергии.

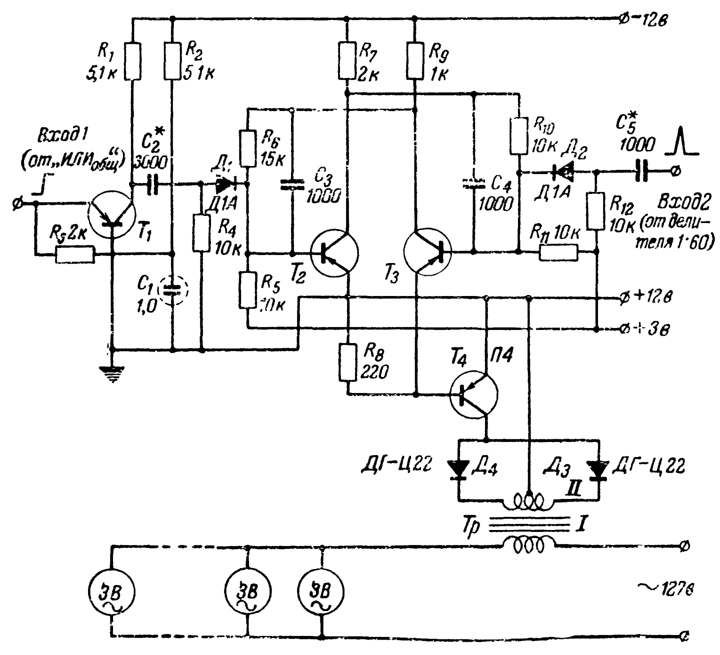


Рис. 36. Принципиальная схема блока управления.

Для конкретного примера — звонковой сигнализации — в качестве первого устройства блока управления применен триггер, а в качестве второго — магнитно-транзисторный выключатель, предложенный впервые в 1955 г. инж. Ю. Л. Зороховичем.

Схема блока управления показана на рис. 36. В этой схеме транзистор T_1, включенный по схеме с общей базой, служит для усиления по напряжению импульсов, поступающих с выхода схемы «ИЛИ$_{общ}$» (рис. 35). Для ограничения по минимуму помех на эмиттер этого транзистора подано автоматическое смещение, снимаемое с делителя напряжения, составленного из сопротивлений R_2 и R_3.

Транзисторы T_2 и T_3 относятся к триггеру; в исходном состоянии транзистор T_3 закрыт, а T_2 — открыт.

Магнитно-транзисторный выключатель (рис. 36) состоит из трансформатора *Тр* и мощного транзистора T_4, база которого включена последовательно с эмиттером T_3. Схема выключателя работает следующим образом. Если последовательно с нагрузкой, являющейся управляемым объектом и питаемой от промышленного переменного тока, включить трансформатор, работающий на холостом ходу с большим коэффициентом индуктивности, то ток, протекающий через первичную обмотку трансформатора и нагрузку, составит весьма малую величину и будет в основном определяться индуктивным сопротивлением трансформатора. Если же вторичную обмотку трансформатора *Тр* замкнуть накоротко, то индуктивное сопротивление трансформатора уменьшится и ток резко возрастет. Роль шунта выполняет мощный транзистор типа П4, который в исходном состоянии закрыт. При поступлении сигнала на вход *1* срабатывает триггер — транзистор T_2 закрывается, а T_3 открывается. Транзистор T_3 в свою очередь открывает транзистор T_4, который шунтирует через диоды $Д_3$ и $Д_4$ соответствующие вторичные обмотки трансформатора *Тр*.

Максимальная коммутируемая мощность магнитно-транзисторного выключателя определяется коммутирующей способностью транзистора T_4. Последняя в свою очередь определяется максимально допустимой амплитудой переменного напряжения между коллектором и эмиттером закрытого транзистора и максимально допустимым током коллектора открытого транзистора. Так как транзисторы изготавливаются промышленностью, как правило, низковольтными, то трансформатор должен быть понижающим (по отношению к половине вторичной обмотки) и при применении транзисторов типа П4 и напряжении питающей сети 127 *в* коэффициент трансформации должен быть не менее 3,5, а максимально коммутируемая мощность не должна превышать 100 *вт*. В данной схеме ток, протекающий через базу транзистора T_4, обеспечивает коммутацию мощности не более 10—15 *вт*.

Датчики минутных и секундных импульсов служат: первые — для посылки ежеминутно импульсов постоянного тока с чередующейся полярностью длительностью порядка 2 *сек* в цепь вторичных часов и других приборов, вторые— для посылки ежесекундно импульсов постоянного тока с чередующейся полярностью длительностью порядка 0,5—

0,7*сек* по специальной линии во вторичные часы и другие приборы, имеющие секундный отсчет времени.

Блок-схема датчиков приведена на рис. 37. Она состоит из триггера T со счетным входом (управляющие импульсы поступают одновременно на оба входа триггера), дифференцирующих цепей с диодами $ДК_1$, $ДК_2$, реактивных триггеров PT_1 и PT_2, реле P_1 и P_2 (типа РСМ), коммутирующих ток во вторичных часах, и ключа подгонки вторичных часов. Последний служит для ручной подачи импульсов во вторичные часы.

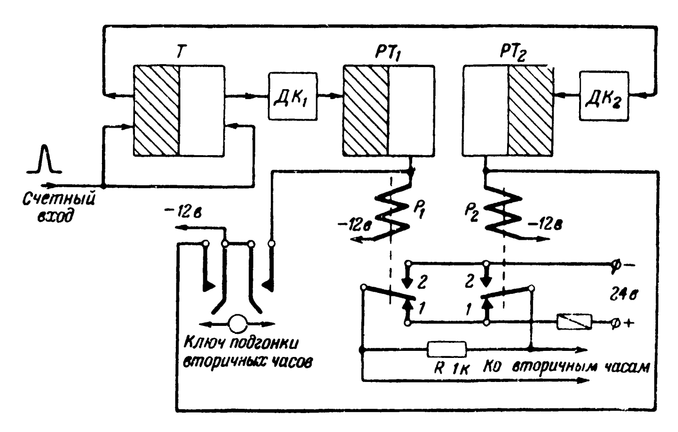


Рис. 37. Блок-схема датчиков секундных и минутных импульсов для вторичных часов и других устройств, регистрирующих и отсчитывающих время.

При поступлении на счетный вход импульсов триггер каждый раз срабатывает и поочередно распределяет их через дифференцирующие цепи в реактивные триггеры PT_1 и PT_2. Допустим, что сработал триггер PT_1. Тогда включенное в цепь коллектора транзистора реле P_1 притянет свой якорь и в линию вторичных часов будет послан импульс положительной полярности длительностью, определяемой реактивным триггером. При срабатывании триггера PT_2 сработает реле P_2 и пошлет в линию часов импульс отрицательной полярности. Сопротивление R служит для предохранения контактов реле от вредного влияния токов, возникающих в цепи линии часов за счет индуктивности, создаваемой обмотками электромагнитов вторичных часов

В реактивном триггере емкость конденсатора, определяющая длительность генерируемого импульса для датчика

секундных импульсов, должна составлять около 2,5 *мкф*, а для датчика минутных импульсов — около 10 *мкф*.

Вместо реактивного триггера можно также рекомендовать обычную схему ждущего блокинг-генератора, у которого роль трансформатора выполняет само реле (рис. 38). С контактов реле такой схемы можно получить импульсы длительностью порядка 300—400 *мсек* (с учетом замедления отпускания якоря реле, создаваемого шунтирующим диодом *Д*).

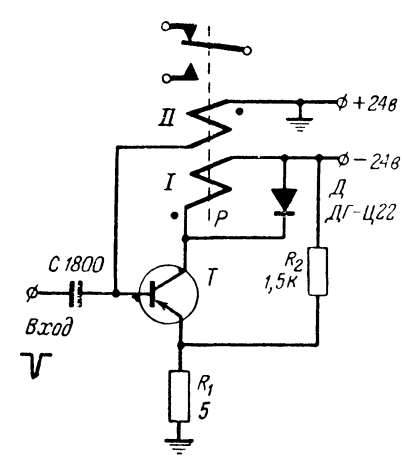


Рис. 38. Схема ждущего блокинг-генератора, управляющего электромагнитным реле.

В подобной схеме, как правило, могут работать почти все двухобмоточные реле, например типа РКМ с числом витков и сопротивлениями обмоток *I*—6 000, 550 *ом* и *II* — 6 100, 400 *ом*. Более хорошие результаты работы (в отношении удлинения длительности генерируемых импульсов) получаются, если число витков первой обмотки уменьшить так, чтобы ее сопротивление составило около 250 *ом*.

Достоинством такой схемы перед реактивным триггером являются простота, малое число схемных элементов и малое потребление энергии от источника питания; недостаток схемы — сравнительно малая длительность генерируемых импульсов.

КОНСТРУКЦИЯ, МОНТАЖ И МЕТОДИКА НАЛАЖИВАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ ПРОГРАММИРУЮЩИХ ЧАСОВ

Конструктивно электронные программирующие часы можно оформить в виде шкафчика с наружными размерами 445 × 285 × 175 *мм*, который можно устанавливать на столе или подвешивать на стенке. Боковые стены шкафчика изготавливаются из фанеры толщиной 3—4 *мм*; переднюю панель целесообразно сделать из 6-*мм* полированного гетинакса.

В верхней части шкафчика делается отсек, закрываемый с передней стороны крышкой, в котором устанавливаются

переключатели программы и прочие органы управления часами. В передней панели просверливаются отверстия диаметром, соответствующим диаметру применяемых газоразрядных приборов. Внутри шкафчика на расстоянии 10—15 *мм* от наружной панели устанавливается вторая гетинаксовая панель толщиной 2—3 *мм*, на которой укрепляются монтажные лепестки для подключения патрончиков неоновых ламп, а также устанавливаются штифты для осуществления межплатного монтажа.

Монтаж схемы следует делать на отдельных, съемных гетинаксовых платах толщиной 3 *мм* и размером 275 × 150 *мм*. Для этого внутри шкафчика на боковых стенках делаются пазы для вставления плат.

Всего необходимо сделать восемь плат. На первой монтируются задающий генератор (мультивибратор) и датчики секундных и минутных импульсов; на второй — промежуточный делитель; на третьей — делитель частоты 1 : 60; на четвертой — коммутатор отсчета минут и полусуток; на пятой — коммутатор отсчета 5-минутных интервалов времени; на шестой — коммутатор отсчета часов; на седьмой и восьмой платах устанавливаются штифты для подпайки кроссировочных проводов и диодов, необходимых для коммутации той или другой программы.

Для крепления деталей и монтажных проводов в платы набиваются штифты аналогично тому, как это было сделано в устройствах, описанных в гл. 1. Для этого необходимо предварительно составить монтажные схемы для каждого блока по приведенным выше принципиальным схемам.

Особых требований к монтажу схем не предъявляется, и монтаж может выполняться, где это необходимо, в виде жгутов.

Схема каждой платы должна оканчиваться соединительным жгутом длиной порядка 300 *мм* так, чтобы имелась возможность вынимать плату из шкафчика при налаживании схемы. Второй конец жгута подпаивается к штифтам межплатного соединения второй лицевой панели. Для подключения каждой платы в схему желательно применить многоконтактные штепсельные разъемы.

В качестве диодов для цепей задержки магнитных регистров сдвига, применяемых в кольцевых коммутаторах и делителях частоты, и для ряда других случаев, где на схемах нет указания на тип диода, можно применять медно-закисные или селеновые выпрямительные шайбы (диоды)

диаметром 7 и 7,2 *мм*. Так как эти шайбы отдельно не выпускаются необходимо использовать медно-закисные или селеновые выпрямительные столбики с большим количеством элементов, например типа МКВ-7-15 (малогабаритный медно-закисный выпрямитель из шайб диаметром 7 *мм*, количество шайб 15 шт.) или АВС-6-1000 (выпрямитель селеновый на алюминиевой основе, допустимый ток 6 *ма*, на напряжение 1 000 *в*).

Указанные столбики аккуратно разбираются; при этом следует самым тщательным образом обратить внимание на

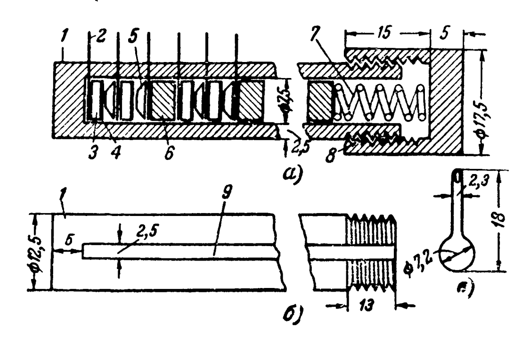


Рис. 39. Конструктивное оформление медно-закисных диодов.

а — вид трубочки с диодами в собранном виде, *б* — вид на эбонитовую трубку со стороны прорези для выводных лепестков, *в* — выводной лепесток, *1* — эбонитовая трубка, *2* — выводной латунный лепесток, *3* — медная шайба с запорным слоем *4*, *5* — контактная чашечка, *6* — изоляционная шайба, *7* — прижимная пружина, *8* — завинчивающийся эбонитовый колпачок; *9* — прорезь для выводных лепестков.

порядок фабричной сборки, затем каждый выпрямительный элемент проверяется на прямое и обратное сопротивление. Отдельные выпрямительные элементы, удовлетворяющие предъявляемым к ним требования, набираются в трубочку, изготовленную по чертежу на рис. 39.

Трубочка для одиночных выпрямителей изготавливается из эбонита или любого другого прочного изоляционного материала. Вначале обрабатывается на токарном станке верхняя поверхность, затем на одном конце трубки нарезается резьба для навертывания колпачка *8*, стягивающего выпрямительные шайбы, затем на токарном станке высверливается внутреннее отверстие и после этого делается прорезь *9* для пропускания выводных лепестков *2*. Выводные лепестки можно изготовить из листовой латуни

толщиной порядка 0,3 *мм*, которые желательно посеребрить или никелировать. В качестве прижимной пружины 7 используется та же пружина, которая была снята с разобранного столбика.

Выпрямительные элементы для линии задержки собираются попарно как показано на рис. 39,*а*. После сборки каждый элемент следует проверить на исправность омметром. Трубочку с исправными выпрямительными элементами, которые будут применяться в условиях с повышенной влажностью, желательно герметизировать покрытием эпоксидной или обычной смолой.

Все детали, устанавливаемые в схему, необходимо проверить на их исправность, а также на соответствие их параметров, необходимых для данных схем. У транзисторов проверяются: 1) ток утечки коллектора $I_{к0}$ (для всех случаев применения) и ток утечки эмиттера $I_{э0}$ (при применении в мультивибраторах, реактивных триггерах и блокинг-генераторах); токи $I_{к0}$ и $I_{э0}$ у транзисторов типов П1, П6, П13—П16 при 20 *в* не должны превышать 80—100 *мка*; 2) коэффициент усиления транзистора в схеме с общим эмиттером. Следует заметить, что в описанных устройствах там, где нет на схеме указания на тип транзистора, можно применить любой из упомянутых выше типов.

Применяемые в магнитных регистрах сдвига диоды должны обеспечивать прямой ток не менее 12—15 *ма* при напряжении 1 *в*.

У ферритовых сердечников следует проверять гистерезисную петлю в импульсном режиме, прямоугольность которой оценивается отношением полезного сигнала, возникающего в обмотке тора при пропускании импульсов тока разных полярностей, к помехе, возникающей при пропускании импульсов тока одной полярности. Отношение полезного сигнала к помехе должно быть не менее 15.

У газоразрядных приборов проверяют потенциал зажигания $U_з$ и потенциал гашения $U_г$.

Нужно отметить, что потенциалы зажигания и гашения газоразрядного прибора в первые часы его работы могут изменяться на 10—20%. Чтобы уменьшить эти изменения, газоразрядные приборы необходимо подвергнуть предварительной формовке постоянным напряжением. Формовка заключается в том, что газоразрядный прибор через ограничительное сопротивление подключают на 20—30 *ч* к источ-

нику постоянного напряжения, большего, чем потенциал зажигания. Тиратроны формуются несколько иначе: сначала формуется промежуток «управляющий электрод — катод», а потом «анод — катод». После формовки проверяются потенциалы зажигания и гашения по схеме, приведенной на рис. 40,*а*. Анод неоновой лампы, или управляющий электрод, или анод тиратрона подключается к зажиму *А*, а катод — к зажиму *К*. Изменяя напряжение потенциометром R_1, определяют по вольтметру и свечению газоразрядного прибора $U_з$ и $U_г$.

По этой же схеме можно снять вольт-амперную характе-

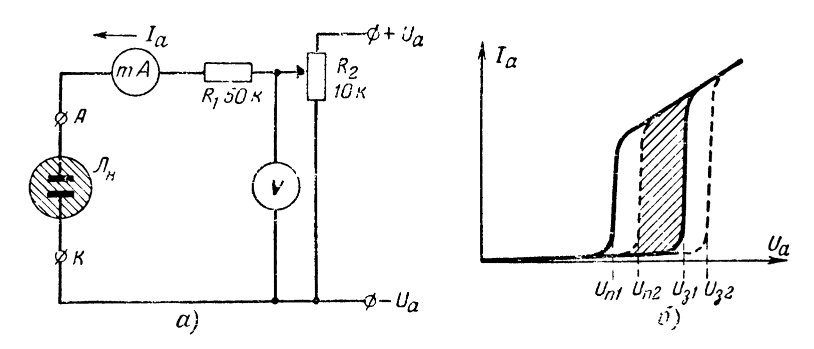


Рис. 40. Схема измерения основных параметров газоразрядных приборов (*а*) и их вольт-амперная характеристика (*б*).

ристику газоразрядного прибора, вид которой представлен на рис. 40,*б*. Чем шире заштрихованная область, тем выше надежность работы прибора при изменении питающих напряжений. Минимальная ширина заштрихованной области для неоновых ламп и тиратронов, включаемых по схеме «управляющий электрод — катод», должна составлять не менее 5 *в*, а для тиратронов, испытываемых по схеме «анод — катод», — не менее 30 *в*.

Данные обмоток торов и трансформаторов приведены в табл. 4.

После установки всех деталей и проверки правильности монтажа плат и соединений можно приступить к наладке схемы.

При наладке схемы придется встретиться с трудностью наблюдения на осциллографе микросекундных импульсов для неоновых ламп и тиратронов, включаемых по схеме с весьма низкой частотой повторения. Для этого рекомендуется подобные схемы настраивать в два этапа.

Таблица 4

Данные торов и трансформаторов

Тор или трансформатор	Материал	Число витков в обмотках				
		1	2	3	4	5
	Делитель частоты 1:72 (рис. 28)					
1—8, 10—16	Феррит Л-2. $d_н$=4 *мм*; $d_{вн}$=2,5 *мм*; h=1,5 *мм*	30	70	8	1	—
9, 17	То же	30	70	8	1	30
Тр	Оксифер. μ=2 000; $d_н$=12 *мм*; $d_{вн}$=5 *мм*; h=5 *мм*	60	20	60	—	—
	Делитель частоты 1:60 (рис. 29)					
1—9, 11—15	Феррит Л-2: $d_н$=4 *мм*; $d_{вн}$=2,5 *мм*; h=1,5 *мм*	30	70	8	1	—
10, 16	То же	30	70	8	1	30
$Тр_1$, $Тр_2$ $БГ_1$, $БГ_2$	Оксифер: μ=2 000; $d_н$=12 *мм*; $d_{вн}$=5 *мм*; h=5 *мм*	60	20	60	—	—
	Кольцевые коммутаторы (рис. 32)					
1—3	Феррит К-65: $d_н$=7 *мм*; $d_{вн}$=4 *мм*; h=2,1 *мм*	30	80	20	150	1

На первом этапе настройки каждый блок налаживается отдельно при частоте повторения импульсов порядка 700—800 *гц*. При таких частотах можно на любом типе осциллографа просматривать цикл работы как делителей частоты, так и кольцевых коммутаторов.

В первую очередь настраивается задающий генератор-мультивибратор (см. рис. 23). Нажав кнопку *Кн* и подбирая емкость конденсаторов *С*, *С'*, устанавливают частоту мультивибратора порядка 700—800 *гц* (движок потенциометра R_2 необходимо установить в среднее положение). При отпущенной кнопке *Кн* подбором емкостей C_1, C_1' частота мультивибратора устанавливается равной 72 *гц*. Затем, вращая ручку потенциометра R_2, измеряют пределы изменений частоты. Последние должны составлять 2—3 *гц*. Подбором сопротивления R_3 эти пределы можно изменять в широком диапазоне.

Частоту мультивибратора, равную 700—800 *гц* (генерируемую при нажатой кнопке), используем для раздельной настройки последующих блоков.

Настройку делителей и кольцевых коммутаторов следует начинать с проверки работы блокинг-генераторов, управляемых от мультивибратора. При выключенной управ-

ляющей частоте транзистор блокинг-генератора должен быть надежно закрыт Если же в этом случае будут наблюдаться срывы блокинг-генератора, то необходимо или сменить транзистор, или увеличить величину смещения за счет изменения сопротивления R_1 или R_2 (см. рис. 28).

Ток импульса, генерируемый блокинг-генератором и измеряемый на сопротивлении R_3, равном 1 *ом* (рис. 28), при напряжении питания 12 *в*, должен быть порядка 0,5—0,7 *а*. Амплитуда тока зависит от коэффициента усиления транзистора T_1 и емкости конденсатора C_1. При применении в регистрах сдвига медно-закисных или селеновых диодов следует обратить внимание на длительность генерируемого импульса, которая должна быть не менее 12—15 *мксек*.

Это требование вытекает из-за наличия в указанных диодах паразитной емкости (2 000—3 000 *пф*), которая, взаимодействуя с паразитной индуктивностью торов, приводит к возникновению колебательных процессов в момент перемагничивания тора тактовым импульсом. При указанной длительности тактового импульса эти колебания полностью демпфируются и имеющий место колебательный процесс не оказывает существенного влияния. При применении точечных германиемых диодов длительность тактового импульса может быть любой, но не короче 3—5 *мксек*.

Далее, проверяют работу регистров сдвига, замкнутых в кольцо. Наблюдая на осциллографе, подключенном к любому из конденсаторов цепи задержки, добиваемся того, чтобы в регистр кнопкой записи *Кн* (см. рис. 28) записывалась только одна «1».

Перед каждым нажатием кнопки необходимо стирать предыдущую запись: последнее осуществляется путем короткого замыкания любой из обмоток тора. Если же информация не стирается или при записи записывается не одна, а больше «1», необходимо увеличить сопротивление, включенное последовательно в ключевую цепь каждого кольца регистра сдвига (на схеме рис. 28 сопротивления R_6 и R_7).

При нормальной работе регистра, например, состоящего из 9 магнитных элементов, на осциллографе должны быть видны 1 сигнальный импульс и 8 импульсов помех (см. рис. 27). Отношение полезного сигнала к помехе должно быть не менее 7—8 После этого проверяем надежность работы регистра при изменении напряжения источника питания в пределах $\pm 25\%$.

После раздельной настройки каждого блока переходим

к проверке работы всего устройства в целом также на частоте 700—800 *гц*. В этом случае вся настройка сводится к подбору емкостей переходных конденсаторов, осуществляющих запуск блокинг-генераторов, триггеров и т. п.

Наладка кольцевых коммутаторов на тиратронах тлеющего разряда заключается в выборе необходимого режима тиратронов, который обычно выбирается следующим образом:

1. Напряжение, подаваемое на анод, должно быть больше потенциала зажигания промежутка анод — катод при отсутствии вспомогательного разряда.

2. На зажигающий электрод подается положительный импульс такой амплитуды и длительности, чтобы вызвать вспомогательный разряд между катодом и зажигающим электродом.

3. Ток вспомогательного разряда (через управляющий электрод) должен быть достаточен для того, чтобы снизить потенциал зажигания по аноду ниже величины анодного напряжения. При таком режиме работы разряд перебрасывается на основной промежуток и вызывает появление тока в анодной цепи.

Ориентировочно для тиратронов типа МТХ-90 потенциал зажигания между управляющим электродом и катодом составляет 75 *в*, а между анодом и катодом — 200 *в*; потенциал гашения между управляющим электродом и катодом 45 *в*, а между анодом и катодом 55 *в*.

Источники питания следует выбирать с малым внутренним сопротивлением. Батарейные источники питания необходимо шунтировать конденсатором емкостью порядка 100 *мкф*, для того чтобы импульсные колебания напряжения, наблюдаемые на подключенном параллельно источнику питания осциллографе, составляли не более 3—5%.

Мощность, потребляемая устройством от источника питания (без блока управления), составляет не более 1 *вт*. Допустимые колебания напряжения источника питания при температуре от 0 до 50° С составляют около ±10%.

ГЛАВА ТРЕТЬЯ

ЭЛЕКТРОННЫЕ УСТРОЙСТВА УПРАВЛЕНИЯ НА РАССТОЯНИИ

ПРИНЦИПЫ УПРАВЛЕНИЯ НА РАССТОЯНИИ

В последние годы в энергетике, промышленности, на транспорте, в сельском хозяйстве и других областях народного хозяйства все более широкое распространение на-

ходит техника управления и измерения на расстоянии — телемеханика. Она становится основой управления почти каждого крупного предприятия, каждого нового технического сооружения.

Нужда в устройствах управления на расстоянии теперь особенно возросла и в связи с развитием ядерной энергетики, запуском космических ракет и т. д. стала насущной потребностью.

Без специальной телеавтоматической аппаратуры невозможно было бы вывести с высокой точностью на заданную траекторию космические ракеты, запущенные в Советском Союзе.

Устройства телемеханики имеют дело с сигналами, передающими необходимую для управления на расстоянии информацию по каналу связи. Поэтому в телемеханике очень важным звеном является канал связи.

При передаче сигналов телемеханики приходится решать те же задачи, что и при передаче сигналов телефонии или телеграфии. Этими общими для техники связи задачами являются эффективность и надежность связи, т. е. передача наибольшего количества информации наиболее экономичным способом при наименьших искажениях, обусловленных влиянием помех, вносимых каналом связи (см. рис. 1), или другими причинами.

Необходимо отметить, что между телемеханикой, телефонией и телеграфией существует много сходных черт и что ряд технических решений устройств связи находит непосредственное применение в области телемеханики.

Однако в телефонии или телеграфии обмен сигналами происходит обычно между людьми, находящимися на обоих концах канала связи.

Особенностью телемеханики является то, что обмен сигналами происходит между автоматами или между автоматом и человеком. Это повышает требования к надежности передачи сигналов телемеханики и заставляет различать непрохождение сигналов от получения ложной команды, тогда как в телеграфии, например, пропуск буквы или появление другой буквы расценивается одинаково как ошибка.

В практике применения телемеханики управляемые на расстоянии объекты, в том числе и радиолюбительские движущиеся модели, как правило, должны выполнять множество подчас весьма сложных операций. Управлять каждой из этих операций, конечно, проще всего было бы по-

средством индивидуальных линий связи, предназначенных для подачи только одной команды. Принцип осуществления такого управления вполне ясен. Однако подобное использование аппаратуры и линий связи совершенно нецелесообразно, а иногда и вовсе технически неосуществимо.

Имеются два основных принципа передачи по одной линии нескольких команд.

Первый принцип передачи по одной линии связи нескольких команд состоит в том, что если передаваемым сигналам придать различные отличительные качества, например полярность, амплитуду, продолжительность и т. п., или при передаче импульсных сигналов ввести числовые качества, то такими сигналами становится возможным по одной линии осуществлять передачу нескольких команд (рис. 41). Например, при применении полярных качеств

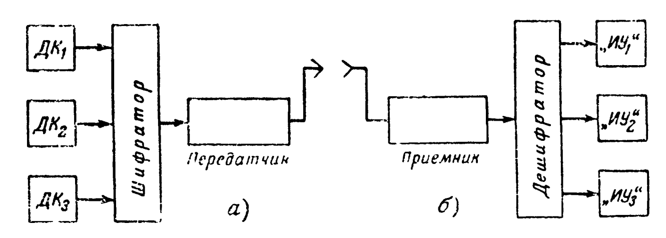


Рис. 41. Блок-схема многокомандной аппаратуры управления по одному каналу связи.

а — передающее устройство; *б* — приемное устройство, *ДК* — датчик команд; *ИУ* — исполнительное устройство

в простейшем случае можно по одной линии передавать три команды. Допустим, ток выключен — двигатель модели выключен; ток включен положительного направления — модель движется вперед; ток включен отрицательного направления — модель движется назад.

Полярные качества сигналов управления являются удобными и надежными, однако область их применения весьма ограничена, так как использоваться они могут исключительно в установках, работающих по проводной линии связи. Применительно к радиолинии это качество может быть использовано лишь в случае наличия двух каналов связи, когда одному каналу будет соответствовать отрицательное направление, а второму — положительное.

При применении амплитудных качеств число передаваемых команд может быть неограниченным. В этом случае каждой передаваемой команде соответствует определенная величина амплитуды тока, напряжения, мощности

и т. п., смену которых в простейшем виде можно производить изменением величины добавочного сопротивления К тому же передачу подобных качеств можно производить по любой линии связи.

Однако практически осуществить этот способ трудно из-за наличия случайных и периодических изменений параметров линии связи, особенно радиолиний. Действительно, если, например, появится замирание радиосигнала (фединг) или изменятся сопротивление или утечка в про-

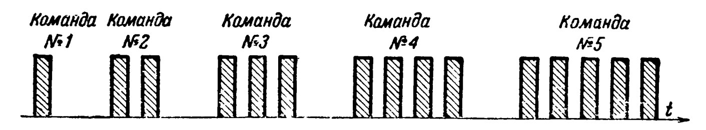


Рис. 42. Число-импульсный код.

водной линии связи, то это, естественно, на приемном конце будет воспринято как прием ложной команды.

Простейшим видом системы управления, основанной на применении числовых качеств, является так называемый «число-импульсный код». При этом виде кодирования число посылаемых передатчиком командных импульсов определяет команду. Так, например, команды могут быть закодированы следующим образом (рис. 42):

Двигатель включен . .	1 импульс
Двигатель выключен . .	2 импульса
Руль отклонен вправо .	3 „
Руль прямо	4 „
Руль отклонен влево . .	5 импульсов и т. д.

Если потребуется большее число команд, то число импульсов должно быть соответственно увеличено.

При передаче число-импульсным кодом интервалы между импульсами должны быть равны или несколько больше продолжительности самих командных импульсов. Что касается интервалов между посылками двух кодов, то первые должны иметь такую продолжительность, чтобы декодирующее устройство могло «знать», что предыдущая команда уже передана, т. е. продолжительность интервалов между кодами должна быть в несколько раз длиннее продолжительности интервалов в кодах. Если это требование не будет выполнено, то декодирующее устройство не сможет четко раскодировать команды и будут наблюдаться ложные срабатывания

Следует отметить, что числовые качества заимствова-

ны из техники автоматических телефонных станций. В отношении применяемости к различным каналам связи для управления по радио движущимися моделями они являются наиболее универсальными и наиболее употребительными в радиолюбительской практике.

Примером кодирующего устройства, посылающего командный сигнал в виде число-импульсного кода, является номеронабиратель телефонных аппаратов. В этом случае он выполняет две функции: и кодирующего устройства и пульта управления.

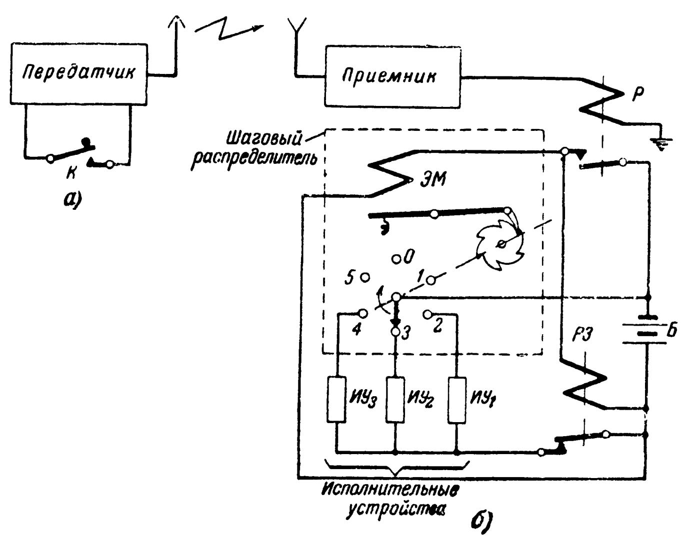


Рис. 43. Схема многокомандной аппаратуры с число-импульсным кодом (электромеханический вариант).
а — передающее устройство, *б* — приемное устройство.

В качестве декодирующего устройства при число-импульсном коде радиолюбителями обычно используются шаговые распределители.

Блок-схема многокомандной аппаратуры радиоуправления (электромеханический вариант), использующая число-импульсный код, показана на рис. 43. Передатчик посылает командные импульсы (см. рис. 42). Как только приемник примет сигналы передатчика, срабатывает чувствительное реле *Р*, включенное на его выходе Контакты реле замыкают цепь электромагнита *ЭМ* шагового распределителя. При одном командном импульсе (при одном нажатии ключа передатчика) контактная щетка шагового рас-

пределителя передвигается с нулевого на первый контакт и включает первое исполнительное устройство $ИУ_1$, соответствующее первой команде. При двух импульсах щетка перейдет на второй контакт и включит второе исполнительное устройство и т. д. Обойдя последовательно все электрические контакты, щетка вернется на нулевой контакт.

Чтобы в подобном устройстве при передаче сигналов исключить включение ненужных исполнительных устройств, в схему вводится особый прибор, называемый реле замедленного действия *РЗ*. Идея устройства этого прибора очень проста. При получении радиосигнала реле замедленного действия *РЗ* быстро разрывает цепь питания исполнительных механизмов, но обратно включает ее лишь через некоторое, сравнительно длительное время (время отпускания якоря реле). Поэтому, хотя шаговый распределитель и срабатывает и его щетка скользит по контактам, но пока она не дойдет до контакта, соответствующего передаваемому распоряжению, и не остановится на нем, т. е. до тех пор, пока не будет закончен выбор требуемой команды, цепи исполнительных механизмов не будут включены.

Таким образом, применяя метод число-импульсного кодирования командного сигнала, имеется возможность включать исполнительные механизмы по очереди, один за другим.

Одним из существенных недостатков число-импульсного кодирования является то, что с увеличением числа передаваемых команд, т. е. с увеличением числа импульсов в команде, возрастает задержка во времени исполнения передаваемой команды, а так как время передачи каждой команды различно, усложняется работа оператора.

Второй принцип передачи по одной линии связи или радиосвязи нескольких команд, свободный от недостатков, присущих первому принципу передачи, состоит в том, что для передачи каждой команды отводится свой канал связи. В этом случае применяются многоканальные линии передачи.

Сущность работы многоканальной линии передачи заключается в том, что на передающем конце сигналы всех каналов предварительно группируются и затем передаются одним передатчиком в эфир. На приемном конце эту группу сигналов, получаемых на выходе приемника, необходимо разделить по соответствующим каналам. При этом

должна быть обеспечена возможность передачи команд независимо от того, ведется ли передача команд по другим каналам или нет.

Существует несколько способов группирования и разделения каналов. Из них наиболее распространенными являются частотный и временной способы разделения каналов, из которых последний более прост в техническом отношении.

На рис. 44 показан принцип осуществления такой связи через один радиопередатчик (электромеханический вариант).

Передающая сторона имеет ряд датчиков команд $ДК_1$, $ДК_2$ и $ДК_3$, сигналы с которых поступают в линию радио-

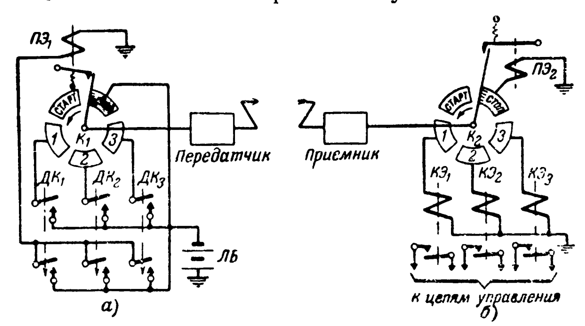


Рис. 44. Схема, поясняющая принцип временнóго разделения каналов и стартстопного корректирования фазы распределителей (электромеханический вариант).
а — передающее устройство; *б* — приемное устройство.

связи через стартстопный коммутатор-распределитель $К_1$ поочередно. Для каждого датчика команд отводится некоторое время, определяемое числом датчиков и скоростью вращения коммутатора. Эта часть времени соответствует длительности прохождения щеток вращающегося устройства по контактам данного датчика.

На приемной стороне линия включена в распределитель $К_2$, вращающийся синхронно с распределителем $К_1$ передающей стороны. Следовательно, в момент прихода сигнала от датчика *1* линия будет присоединена к контакту приемного распределителя *1*, в момент прихода сигнала от датчика *2* — к контакту *2* и т. д.

Синхронное вращение распределителей на передающей и приемной сторонах осуществляется методом стартстопной коррекции, сущность которого заключается в следующем. Когда оператор включает один из датчиков, то одно-

временно замыкается цепь пускового электромагнита $ПЭ_1$, который, притянув якорь, освобождает щетку передающего распределителя, и последняя начинает вращаться.

В течение этого оборота в линию последовательно будут посланы стартовый (бестоковый) импульс, три импульса от датчиков команд и стоповый (токовый) импульс. Под действием стартового импульса ток в пусковом электромагните $ПЭ_2$ прекратится, его якорь поднимется и щетка приемного распределителя начнет вращаться. При вращении щетки к приемнику последовательно будут подключены через контакты *1—3* командные электромагниты *КЭ*. В конце оборота под действием стопового импульса приемный распределитель остановится и накопившееся в течение одного оборота расхождение по фазе будет устранено. Следующий оборот оба распределителя начнут в одинаковой фазе.

Практически за один оборот распределителя оператор успевает посылать только одну команду.

Поэтому можно применить способ кодирования, сущность которого заключается в том, что для каждой команды отводится определенная комбинация последовательностей импульсов. Для рассмотренного выше случая последовательность импульсов будет состоять из двух служебных импульсов (стартового и стопового) и трех кодовых, находящихся между собой в любых возможных временных сочетаниях. При наличии трех кодовых импульсов можно получить $2^3=8$ комбинаций. При наличии четырех кодовых импульсов можно получить $2^4=16$ комбинаций и т. д.

В приемной части каждая комбинация с помощью специальной схемы (дешифратора или декодирующего устройства) расшифровывается, т. е. последовательность принятых импульсов преобразовывается в один импульс, выдаваемый только на одном из выходов дешифратора Для комбинаций, состоящих из трех кодовых импульсов, дешифратор должен иметь восемь выходов, на которых и получаются соответствующие команды.

В этом способе построения многокомандной аппаратуры каждая передаваемая команда имеет одинаковую продолжительность и, следовательно, более эффективно используется линия связи. К тому же этот способ позволяет более просто применять так называемые коды с «обнаружением и исправлением ошибок», что очень важно для работы в условиях сильных помех, поступающих с канала связи, о чем будет сказано ниже.

Описанные два принципа передачи нескольких команд по одной линии связи являются наиболее надежными, простыми и доступными для реализации как в технике, так и в радиолюбительской практике построения управляемых моделей по радио.

Следует заметить, что в настоящее время, когда широкое развитие получило применение бесконтактных переключающихся устройств, строить многокомандную аппаратуру имеет смысл не на электромеханических принципах, описанных выше, а только на электронных, с применением полупроводниковых приборов и ферритовых торов. Применение этих приборов позволяет изготовить весьма экономичную по питанию аппаратуру с малыми размерами и высокой надежностью в работе, что очень важно для подвижных моделей. К тому же построить такую аппаратуру можно гораздо быстрее и дешевле, так как в этом случае нет необходимости в точной обработке деталей. Описание устройства подобной аппаратуры для управления по радио и является предметом данной главы книги.

Построение радиопередатчиков и радиоприемников не рассматривается, так как они остаются такими же, как и для электромеханических устройств, описанных в литературе, приведенной в конце книги.

МНОГОКОМАНДНАЯ СИСТЕМА С ЧИСЛО-ИМПУЛЬСНЫМ КОДОМ ДЛЯ РАДИОУПРАВЛЯЕМЫХ МОДЕЛЕЙ

В электромеханических вариантах аппаратуры с число-импульсным кодом (см. рис. 43) длительность кодового импульса определялась в основном быстродействием дешифраторов приемной станции. Поскольку в качестве дешифратора обычно используется медленно действующий прибор — шаговый распределитель (шаговый искатель автоматических телефонных станций), длительность кодового импульса выбиралась около 0,1 *сек*. Поэтому в качестве шифратора или кодирующего устройства обычно применялись номеронабиратели от телефонных аппаратов.

При применении электронных приборов, обладающих высокой скоростью работы, длительность кодового импульса полностью определяется пропускной способностью радиоканала. При ширине полосы пропускания канала связи порядка 70—80 *гц* длительность кодового импульса можно выбрать порядка 15—20 *мсек*, т. е. электронная аппаратура будет обладать в 5—6 раз бо́льшим быстродействием. Если же оставить время передачи команды таким

же, как и в электромеханическом варианте, то за счет увеличения быстродействия аппаратуры можно увеличить число передаваемых команд в 2—3 раза.

При такой скорости работы шифраторы с механическими контактами как, например, номеронабиратели телефонного аппарата, являются непригодными. Необходимо иметь электронный шифратор. Функциональная схема одного из подобных шифраторов на 6 команд приведена на рис. 45. Она состоит из магнитного регистра сдвига — торы *1—6*; источника тактовых импульсов — блокинг-генератора *БГ*; непрерывно работающего генератора синхронизирующих импульсов с двумя парафазными выходами — мультивибратора *М*, генерирующего синхронизирующие импульсы; собирательной схемы «ИЛИ»; триггера *Т*; выходного усилителя *У*; переключателя команд и пусковой кнопки.

В исходном состоянии все торы регистра сдвига за счет непрерывно поступающих тактовых импульсов *ТИ*, вырабатываемых блокинг-генератором, находятся в состоянии «0». Триггер *Т* за счет импульсов напряжения, поступающих с мультивибратора, импульсы которого по отношению к управляющим импульсам блокинг-генератора сдвинуты на 180°, находится в исходном состоянии. Напряжение, поступающее с закрытого транзистора триггера, удерживает транзистор выходного усилителя *У* в открытом состоянии. Напряжение на выходе усилителя почти равно нулю.

Допустим, что нам надо послать команду № 2; тогда устанавливаем переключатель команд в положение *2*. Этим самым посылаем в тор *4* непрерывно запрещающий сигнал (замыкаем через переключатель команд входную обмотку тора *4*). Нажимаем пусковую кнопку: конденсатор *С*, заряженный до напряжения источника питания $U_{к0}$, мгновенно разряжается на входную обмотку тора *1*. Этим самым тор перемагничивается в состояние «1». При перемагничивании тора напряжение, возникающее в его выходной обмотке, на тор *2* и триггер *Т* не воздействует. Как только от блокинг-генератора поступит тактовый импульс, тор *1* переключится в исходное состояние (состояние «0»). От возникающего в его выходной обмотке напряжения через схему «ИЛИ» переключится триггер *Т* и одновременно в цепи задержки *КЗ* зарядится конденсатор, который по окончании тактового импульса перемагнитит тор *2* в состояние «1».

Через интервал времени, равный полупериоду работы мультивибратора, за счет импульса, поступающего с пра-

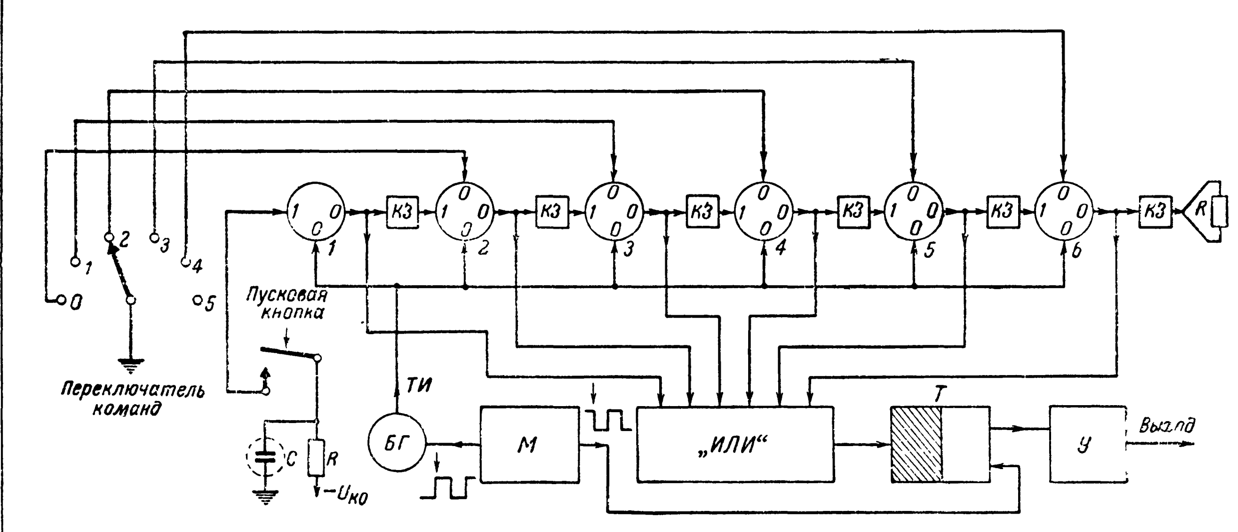


Рис. 45. Функциональная схема шифратора число-импульсного кода (первый вариант).

вого парафазного выхода мультивибратора, триггер возвращается в исходное состояние (см. временну́ю диаграмму на рис. 46). Таким образом, на выходе триггера получится первый кодовый импульс, длительностью равный по-

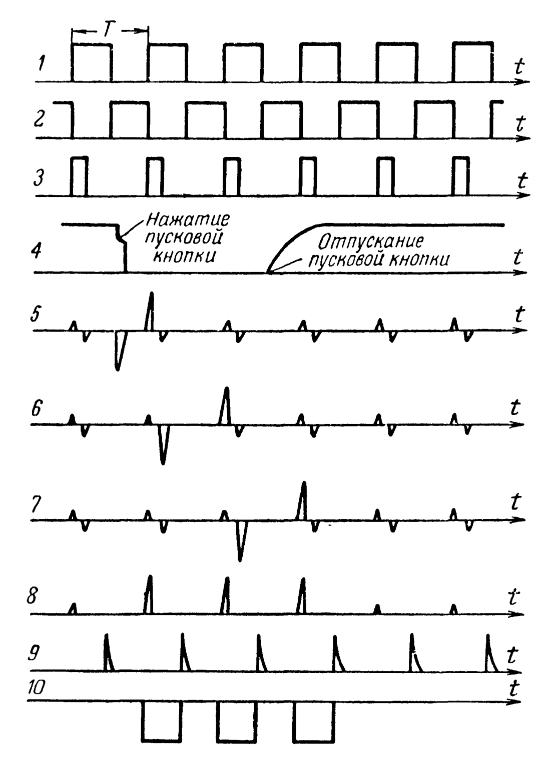


Рис. 46. Временна́я диаграмма, поясняющая работу схемы на рис. 45 в момент посылки команды № 2.

1 — импульсы на левом выходе мультивибратора; *2* — то же на правом выходе мультивибратора; *3* — импульсы тока блокинг-генератора, *4* — напряжение на конденсаторе *C*; *5*—*7* — напряжение на выходных обмотках торов *1*, *2* и *3* соответственно; *8* — напряжение на выходе схемы «ИЛИ», *9* — напряжение на правом входе триггера; *10* — напряжение на выходе усилителя *У*.

лупериоду работы мультивибратора. Этот импульс закрывает транзистор усилителя *У*, и с выхода последнего выдается импульс напряжения отрицательной полярности, который затем используется для модуляции радиопередатчика. При необходимости полярность выходного напряже-

ния можно изменить, если вход усилителя подсоединить к левому выходу триггера.

При поступлении второго тактового импульса аналогично рассмотренному происходит переключение тора *2* и вторичное срабатывание триггера И, наконец, при поступлении третьего тактового импульса тор *3*, переключаясь, переключит триггер *Т*, но не переключит тор *4* в состояние «1», так как его входная обмотка замкнута накоротко переключателем команд. Схема приходит в исходное состояние.

Таким образом, с выхода усилителя *У* в линию посылаются три кодовых импульса, каждый из которых отделен от другого интервалом, равным длине кодового импульса.

Отношение длительности интервала к длительности кодового импульса может быть изменено за счет рассимметрирования полупериодов колебаний, генерируемых мультивибратором.

Чтобы форма и амплитуда импульсов, получающихся в обмотках тора *6*, была такой же, как и в обмотках предыдущих торов, последний тор также нагружен на цепь задержки с балластным сопротивлением *R*.

Принципиальная схема шифратора приведена на рис. 47. Здесь T_1 — транзистор ждущего блокинг-генератора — источника тактовых импульсов; T_2 — ключевой транзистор, управляющий разрядом конденсаторов цепи задержки *КЗ*; T_3, T_4 — транзисторы мультивибратора; T_5, T_6 — транзисторы триггера; T_7 — усилительный транзистор. В схеме предусмотрена возможность изменения частоты импульсов, генерируемых мультивибратором, посредством изменения напряжения, снимаемого с потенциометра R_9 и подаваемого на базы транзисторов T_3 и T_4.

Роль устройства «ИЛИ» выполняют последовательно соединенные четвертые обмотки торов При последовательном соединении обмоток торов, напряжение помехи, индуктируемое в каждой обмотке вследствие недостаточной прямоугольности гистерезисной петли, будет суммироваться и может достигать большой величины. Например, при последовательном соединении обмоток, допустим, десяти торов и отношении сигнала к помехе, индуктируемых в каждой обмотке тора, равном 10, общее напряжение помехи составит величину, равную напряжению сигнала, индуктируемого в каждой обмотке Следовательно, результирующая величина отношения сигнала к помехе будет равна 2. При таком отношении сигнала к помехе очень трудно обес-

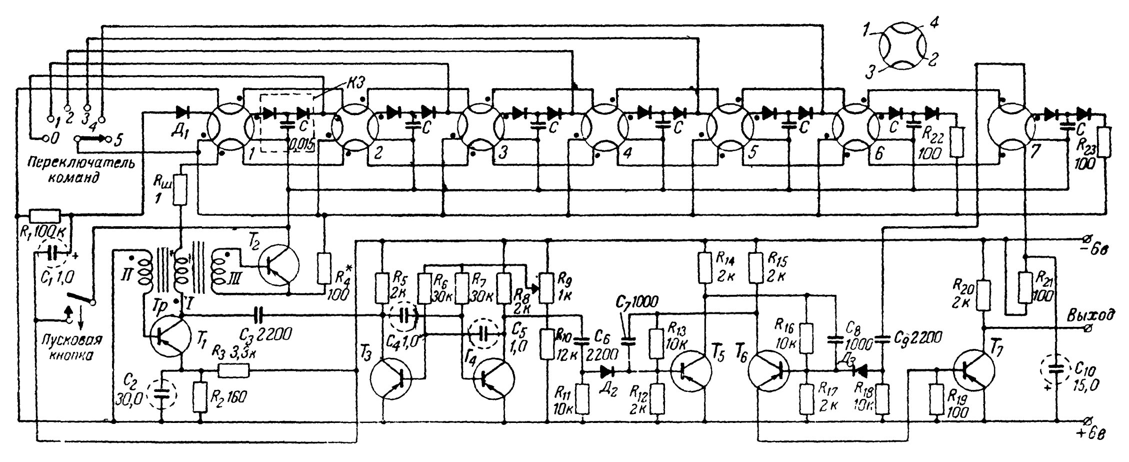


Рис. 47. Принципиальная схема шифратора число-импульсного кода (первый вариант).

печить нормальное управление триггером. Чтобы исключить действие суммирующей помехи, в схему введен датчик «помех» — тор 7. Напряжение помехи, возникающее в его обмотке 4, компенсирует помехи в основных торах. Число витков в обмотке 4 датчика помех берется равным сумме витков всех обмоток 4 основных торов.

Схему «ИЛИ» такого типа можно рекомендовать применять для шифраторов с количеством команд не более 10—12. При большем количестве команд необходимо применять схему «ИЛИ» обычного типа — на диодах.

Рассмотренная схема передающего устройства проста, однако не обладает достаточной оперативностью в работе, так как при передаче каждой команды необходимо переводить в то или другое положение переключатель команд.

Схема, приведенная на рис. 48, от этого недостатка свободна за счет того, что каждая команда посылается отдельной кнопкой. Например, если необходимо послать нулевую команду, то нажимаем кнопку K_0 и записываем «1» в тор 6. Непрерывно поступающие тактовые импульсы перемагнитят только тор 6; последний выдаст только один управляющий импульс на правую сторону триггера T, и будет послана нулевая команда. При нажатии кнопки K_5 запишем «1» в тор 1; тогда эта «1» под воздействием тактовых импульсов будет передвигаться в последующие торы. На вход триггера будет послано шесть управляющих импульсов, что будет соответствовать пятой команде.

Тор 7 служит для компенсации помех в обмотках торов, образующих схему «ИЛИ».

Допустим, что посланный с командного пункта сигнал принят, продетектирован, подан с приемника на дешифратор и, пройдя через последний, должен включить соответствующую исполнительную цепь. Однако это включение произойдет только в том случае, если принятый сигнал соответствует по своему характеру заданной шифром форме. Если же этот сигнал является ложным и не соответствует правильной рабочей команде, то дешифратор отфильтрует его и команда не будет исполнена.

Выше установлено, что одна управляющая команда с число-импульсным кодом может отличаться от другой количеством заключающихся в ней импульсов. Для того, чтобы на приемном устройстве было правильно произведено дешифрирование, приемник должен иметь устройство, способное правильно подсчитать или проконтролировать количество поступающих импульсов.

Напомним, что в электромеханическом варианте счет импульсов осуществляется шаговым искателем, электромагнит которого управляется импульсами, поступающими с радиолинии. В момент поступления управляющих импульсов цепь щетки искателя удерживалась разомкнутой при помощи реле замедленного действия и замыкалась только тогда, когда прекращалось поступление с радиолинии импульсов.

Если читателю напомнить, что магнитный регистр сдвига, в который записана только одна «1», является ничем иным, как шаговым распределителем, то становится совершенно ясным, что принципы электромеханического варианта дешифрации могут быть легко реализованы в электронном варианте, функциональная схема которого приведена на рис. 49.

В этой схеме роль шагового распределителя выполняет магнитный регистр сдвига — торы *1*—*7*, роль электромагнита — блокинг-генератор $БГ_1$, а роль реле замедленного действия — реактивный триггер *РТ*.

Если в начало регистра сдвига (тор *1*) предварительно записать «1», то блокинг-генератор, срабатывая от каждого поступающего на выход схемы импульса, передвинет эту «1» вдоль регистра сдвига на столько шагов, сколько с радиолинии поступит кодовых импульсов. Например, при поступлении четырех импульсов «1» передвинется на четыре шага и запишется в тор *5*.

Выходы к устройствам управления от регистра сдвига в момент передвижения «1» по регистру сдвига, так же как и в электромеханическом варианте, находятся в отключенном состоянии и подключаются только по окончании поступления кодовой группы импульсов.

Но поскольку ферритовые торы являются устройствами динамического действия, т. е. на их выходе сигнал бывает только в момент их переключения, простое подключение обмоток ферритовых торов к устройствам управления оказывается недостаточным. Необходимо одновременно с подключением выходных обмоток торов произвести распознавание местонахождения сдвинутой по регистру сдвига «1». Последнее осуществляется путем «Опроса» схемы регистра сдвига.

Эта операция выполняется реактивным триггером *РТ* и блокинг-генератором $БГ_2$. Реактивный триггер срабатывает от первого импульса кодовой группы и остается в переключенном состоянии, пока не окончится самая длинная

Рис. 48. Функциональная схема шифратора число-импульсного кода (второй вариант).

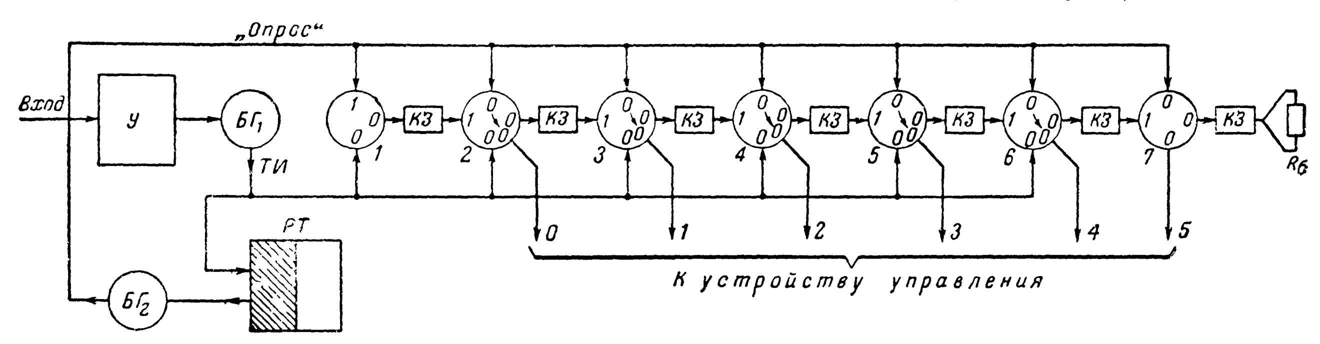


Рис. 49. Функциональная схема дешифратора число-импульсного кода.

кодовая группа. При самопроизвольном возвращении триггера PT в исходное состояние срабатывает блокинг-генератор $БГ_2$, который посылает во все торы импульс «Опроса».

Этим импульсом регистр сдвига подготавливается к приему следующей кодовой группы, т. е. записывается «1» в первый тор, а все остальные торы одновременно переводятся в исходное состояние — состояние «0». Самим же блокинг-генератором $БГ_2$ на короткое время подключаются выходы регистра сдвига к устройствам управления. На схеме на рис. 49 это действие обозначено стрелкой внутри тора, которая означает, что сигнал на данном выходе, указываемом стрелкой, появляется только тогда, когда появляется управляющий сигнал на входе, относящийся к данной стрелке.

Таким образом, тор, оставшийся перемагниченным в состояние «1», в конце приема кодовой группы при опросе перемагнитится в состояние «0», выдаст управляющий сигнал на соответствующем выходе схемы и осуществит тем самым дешифрацию принятой кодовой группы.

Принципиальная схема, реализующая рассмотренную функциональную схему, приведена на рис. 50. На этой схеме T_1 — транзистор входного усилителя $У$; T_2—транзистор ждущего блокинг-генератора $БГ_1$; T_3 — ключевой транзистор, управляющий разрядом конденсаторов цепи задержки $КЗ$ при переписывании информации («1») с одного тора на другие; T_4, T_5 — транзисторы реактивного триггера PT; T_6 — транзистор блокинг-генератора $БГ_2$, производящий «Опрос» регистра сдвига по окончании поступления кодовой комбинации; T_7 — ключевой транзистор, подключающий конденсаторы цепи задержки $КЗ$ ко входам устройств управления во время «Опроса» торов.

Работа схемы происходит следующим образом. Поступающий на вход кодовый импульс отрицательной полярности открывает усилительный транзистор T_1. Фронтом импульса (положительным) через конденсатор C_3 запускается реактивный триггер, у которого в исходном состоянии транзистор T_4 является открытым, а T_5 — закрытым. Одновременно от каждого импульса, поступающего на вход схемы через конденсатор C_1, запускается ждущий блокинг-генератор $БГ_1$, который в исходном состоянии заперт положительным смещением, подаваемым с делителя напряжения, составленного из сопротивлений R_4 и R_7.

Первым тактовым импульсом тока, генерируемым блокинг-генератором, тор *1* переводится из состояния «1» в со-

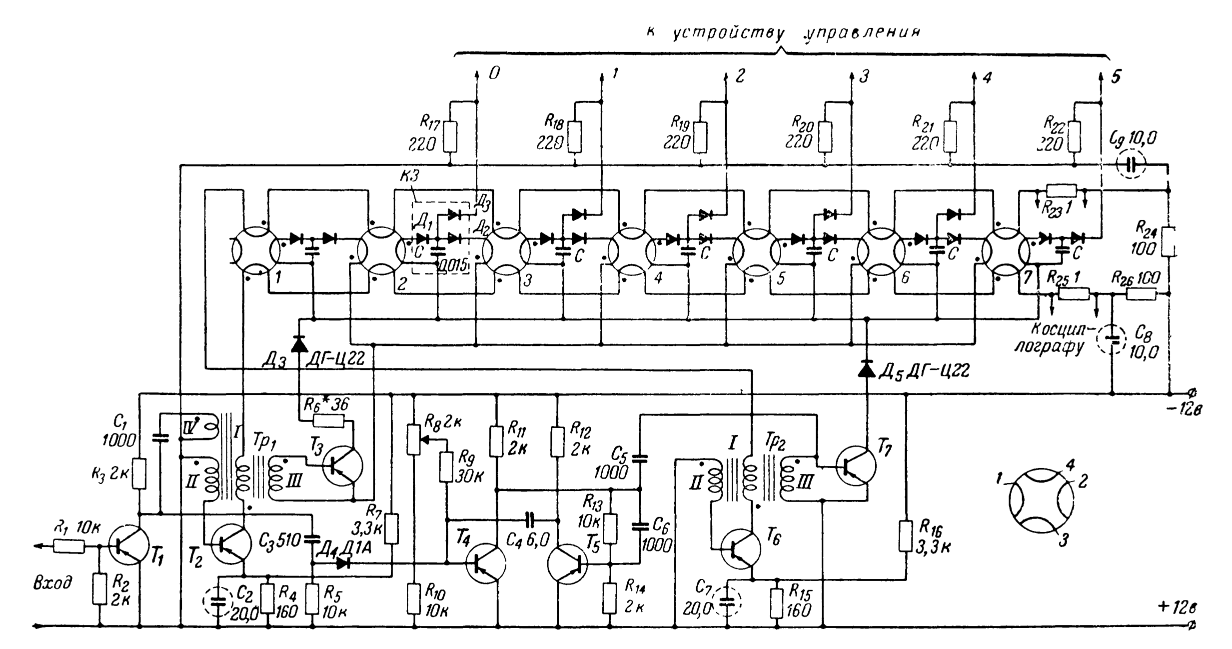


Рис. 50. Принципиальная схема дешифратора число-импульсного кода.

стояние «0». Током, возникающим в его обмотке *2*, заряжается конденсатор *C* цепи задержки *КЗ*. Как только окончится тактовый импульс, спадом этого импульса открывается ключевой транзистор T_3. Временно хранимая «1» в цепи задержки переписывается на следующий тор. При следующем поступлении кодового импульса снова срабатывает блокинг-генератор $БГ_1$ и переписывает «1» из тора *2* в тор *3* и т. д.

Допустим, что передавалась команда № 4, т. е. на вход схемы поступило пять кодовых импульсов; следовательно, в конце приема этой кодовой группы будет переведенным в состояние «1» тор *6*. Тогда, как только реактивный триггер возвратится в исходное состояние положительным импульсом, возникающим на коллекторе транзистора T_4, через конденсатор C_5 запустится блокинг-генератор $БГ_2$. Этот блокинг-генератор пошлет импульс тока в обмотки *4* всех торов и установит тор *1* в состояние «1», а все остальные — в состояние «0».

Однако при этом перемагничивание тора из состояния «1» в состояние «0» произойдет только в торе *6*. Током, возникающим в его обмотке *2*, зарядится конденсатор *C* цепи задержки. Как только окончится импульс тока, генерируемый блокинг-генератором $БГ_2$, спадом этого импульса откроется ключевой транзистор T_7 и заряженный конденсатор цепи задержки шестого тора разрядится на сопротивление R_{21}. Цепь записи «1» в тор *7* в это время разомкнута ключевым транзистором T_3.

Возникающее на сопротивлении R_{21} напряжение используется для запуска устройств управления.

Поскольку дешифратор выдает в конце приема кодовой группы всего только один импульс, очевидно, что для приведения в действие какого-либо устройства необходимо иметь не только усилитель, усиливающий выделенный дешифратором сигнал, но также и элемент памяти. Таким наиболее подходящим элементом является триггер на транзисторах.

Устройство управления моделью может иметь связь как с дешифратором, так и между отдельными элементами, входящими в это устройство. Варианты связей зависят от требований, предъявляемых к той или другой управляемой модели. Для примера рассмотрим один из возможных вариантов устройства управления на триггерах с использованием внутренних связей, блок-схема которого приведена на рис. 51.

Допустим, что команда *0* означает управление: «двигатель включен», а команда *1* — «двигатель выключен». При поступлении той или другой команды триггер T_1 будет переходить из одного устойчивого состояния в другое и будет через усилитель $У_1$ включать или выключать питание на электродвигатель.

Следующая команда *2* означает — «руль отклонен влево», третья команда — «руль прямо» и четвертая — «руль вправо». Для реализации этого управления необходимо иметь два триггера, каждый из которых, как известно, имеет два входа; следовательно, для их переключения необходимо было бы передавать четыре команды. Однако если применить внутренние связи между триггера-

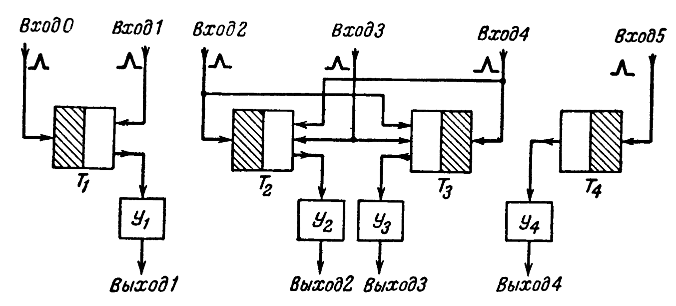


Рис. 51. Блок-схема устройства управления.

ми, то можно обойтись тремя командами. Сделано это следующим образом.

Предположим, что поступила команда «руль влево»; тогда триггер T_2, сработав, включит через усилитель $У_2$ устройство поворота руля, например электромагнит соленоидного типа. Допустим, что после того как эта команда была отработана, необходимо подать команду «руль вправо», минуя подачу команды «руль прямо». Вот в этом случае и приходят на помощь внутренние связи. При поступлении четвертой команды сработает триггер T_3, который включит через усилитель $У_3$ устройство поворота руля вправо; одновременно сигнал третьей команды, проходя по внутренней связи, переключит триггер T_2 в исходное состояние и выключит устройство поворота руля влево.

Таким образом, при поступлении команды «руль влево» или «руль вправо» сигнал команды воздействует одновременно на оба триггера; то же самое происходит и при подаче команды «руль прямо».

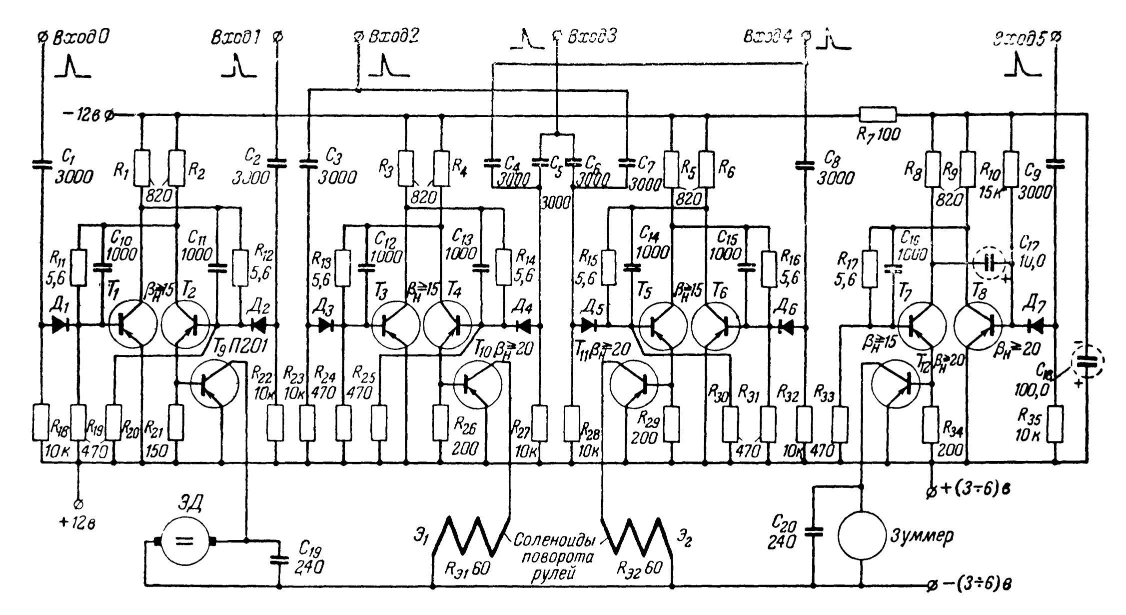


Рис. 52. Принципиальная схема устройства управления.

Внутренние связи могут иметь более сложную зависимость, например, с применением логических элементов «И» и «ИЛИ» и даже с устройствами, не управляемыми по радио, например усилителем фотоэлемента, который будет выключать мотор всякий раз, когда на пути движения модели будут встречаться препятствия.

Последняя, пятая команда, может быть использована, например, для подачи акустического сигнала Продолжительность подачи акустического сигнала определяется параметрами реактивного триггера T_4.

Принципиальная схема управления моделью, составленная в соответствии с блок-схемой на рис. 51, приведена на рис. 52, где T_1 и T_2 — транзисторы первого триггера, T_3 и T_4 — второго триггера, T_5 и T_6 — третьего триггера; T_7 и T_8 — реактивного триггера, T_9—T_{12} — усилительные транзисторы.

Запуск триггеров осуществляется положительными импульсами, подаваемыми на базы открытых транзисторов.

КОНСТРУКЦИЯ И НАЛАЖИВАНИЕ ПЕРЕДАЮЩЕГО И ПРИЕМНОГО УСТРОЙСТВ УПРАВЛЕНИЯ С ЧИСЛО-ИМПУЛЬСНЫМ КОДОМ

Конструктивно как передающую часть (шифратор), так и приемную часть (дешифратор) удобно выполнять на отдельных платах, подобно тому как это делалось в устройствах, описанных в предыдущих главах. Размер плат и их количество надо выбирать, исходя из того, чтобы эти устройства можно было совместить с передатчиком и приемником. Можно также применить и блочную конструкцию (рис. 53).

Сердечники торов—ферритовые типа К-65, наружным диаметром $d_н = 4{,}35$ *мм*, внутренним диаметром $d_{вн} = 2{,}35$ *мм* и высотой $h = 2{,}26$ *мм*, у которых $H_c \approx 0{,}45$ *э*, $B_m = 2\,400$ *гс* в поле $H_m \approx 4$ *э* и $B_r = 2\,160$ *гс*; обмотки: *I* — 40 витков; *II* — 60 витков; *III* и *IV* — по 8 витков. Диоды—типа Д9 с прямым сопротивлением $R_д \approx 40-80$ *ом*, измеренным на уровне 1 *в*. Диоды могут быть применены и любого другого типа с указанным выше прямым сопротивлением. Сердечники трансформаторов — оксиферовые: $d_н = 12$ *мм*; $d_{вн} = 5$ *мм*; $h = 5$ *мм*; $\mu = 2\,000$. Обмотки: *I* — 20 витков; *II*, *III* —60 витков; *IV* — 50 витков. Транзисторы — типа П1 (преимущественно П1А) или П13 — П15.

Налаживание шифратора (см. рис. 47) следует начинать с настройки мультивибратора на необходимую частоту, которая выбирается равной 50—60 *гц*. Далее, изменением емкости конденсатора C_3 добиваются надежного запуска блокинг-генератора и затем проверяют в статическом режиме работу триггера и выходного усилителя.

Блокинг-генератор должен вырабатывать импульсы тока с амплитудой не менее 0,5 *а* при напряжении источника питания 12 *в*.

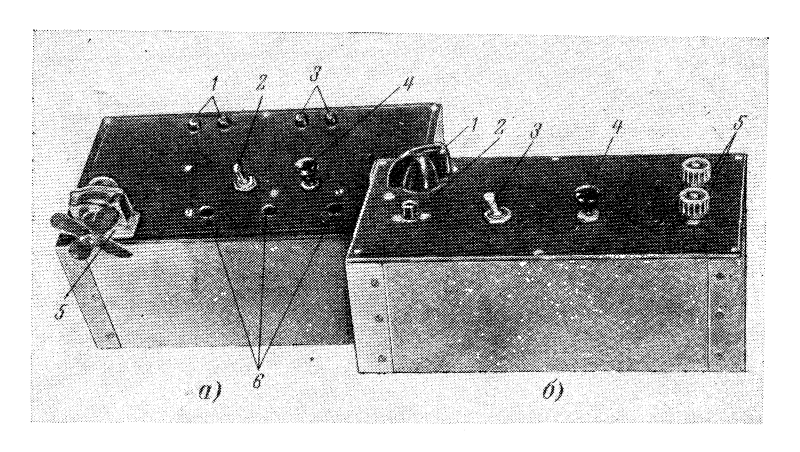


Рис. 53. Внешний вид передающего и приемного устройств с число-импульсным кодом.

а — приемное устройство (*1* — зажимы для подключения батареи питания электродвигателя и сигнальных ламп, *2* — выключатель питания, *3* — входные зажимы, *4* — ручка регулятора скорости приема команд, *5* — электродвигатель; *6* — сигнальные лампы, имитирующие обмотки соленоидов и зуммера), *б* — передающее устройство (*1* — переключатель команд, *2* — пусковая кнопка, *3* — выключатель питания, *4* — ручка регулятора скорости передачи команд, *5* — выходные зажимы).

После этого проверяют регистр сдвига, для чего последний замыкают в кольцо следующим образом: выходной диод цепи задержки тора *6* отсоединяют от сопротивления R_{22} и временной перемычкой соединяют с концом входной обмотки тора *1*, отсоединив при этом диод $Д_1$. Переключатель команд устанавливают в положение *5*, чтобы им не шунтировались входные обмотки торов.

Путем изменения направления тока в одной из тактовых обмоток или любым другим из упомянутых выше способов записывают в регистр сдвига одну «1». Работу регистра наблюдают на экране осциллографа, подключенного к одному из конденсаторов цепи задержки.

При нормальной работе регистра сдвига на осциллографе должны наблюдаться импульсы, отделенные друг от друга пятью импульсами помех. Если же цикл повторения будет иным, необходимо увеличить сопротивление R_4, добиваясь при этом требуемой повторяемости импульсов. В случае, если запись «1» будет отсутствовать, необходимо сопротивление R_4 уменьшить до нуля и попробовать заменить транзистор T_2. Обычно подобные схемы работают с любым исправным транзистором.

После того как регистр будет налажен, кольцо регистра разрывают, осциллограф подключают на выход схемы и проверяют работу шифратора при передаче каждой команды.

При частотах мультивибратора ниже 50 *гц* запись «1» в регистр пусковой кнопкой может оказаться неустойчивой. В этом случае необходимо увеличить емкость конденсатора C_1.

Наладку дешифратора (см. рис. 50) начинают с реактивного триггера, добиваясь того, чтобы при запуске импульсами, поступающими от шифратора, триггер каждый раз устойчиво срабатывал и генерировал импульс длительностью, несколько большей времени, занимаемого наиболее длинной кодовой группой. Затем проверяют запуск блокинг-генератора $БГ_2$ от спада импульса реактивного триггера и проверяют ток импульса, генерируемого блокинг-генератором, амплитуда которого должна быть порядка 0,5 *а*.

Выключив блокинг-генератор $БГ_2$ (отключив коллектор транзистора T_6), приступают к наладке блокинг-генератора $БГ_1$ (транзистор T_2). Налаживание состоит в том, чтобы $БГ_1$ срабатывал от каждого приходящего на вход импульса, генерируя при этом импульс тока с амплитудой порядка 0,5 *а*.

Далее, подавая на блокинг-генератор $БГ_1$ непрерывную последовательность запускающих импульсов, например от мультивибратора шифратора, и, замыкая регистр сдвига в кольцо, добиваются изменением величины сопротивления R_6 записи в регистр сдвига только одной «1».

После этого при отключенном запуске реактивного триггера проверяют, не срабатывает ли $БГ_2$ от импульсов помех при продвижении «1» по регистру сдвига. Обычно это имеет место за счет связи через источник питания, имеющий повышенное внутреннее сопротивление, к тому же недостаточно зашунтированный блокировочным конденсатором.

После этого кольцо регистра сдвига разрывают, подключают запуск реактивного триггера и, подключая осциллограф к тому или другому выходу устройств управления моделью, проверяют дешифрацию поступающих на вход кодовых групп.

Схемы шифратора и дешифратора должны устойчиво работать при изменении источников питания от 6 до 25 *в*.

В устройстве управления (см. рис. 52) для коммутации токов до 0,1 *а* следует применять транзисторы типов П1, П6 или П13—П16 (T_9—T_{12}), а при токе свыше 0,1 *а* (например, при коммутации цепей электродвигателей) — типов П3, П4, П201 или другие, более мощные транзисторы. Для коммутации цепей, питаемых переменным током, можно применять магнитно-транзисторный выключатель, описанный на стр. 69.

В настоящее время промышленностью выпускаются транзисторы с максимально допустимым напряжением на коллекторе не более 100 *в*, поэтому когда возникнет необходимость коммутировать сравнительно высоковольтные цепи, неизбежно придется прибегнуть к применению электромагнитных реле. В этом случае целесообразно применить схему ждущего блокинг-генератора, приведенную на рис. 38. Однако эта схема имеет одно устойчивое состояние. Чтобы получить два устойчивых состояния, необходимо на реле иметь еще одну пару блокировочных контактов (работающих на замыкание), которыми при срабатывании реле будет шунтироваться коллектор с эмиттером транзистора, и пару контактов на размыкание для деблокировки указанной выше цепи в других аналогичных реле.

Параметры триггеров в схеме на рис. 52 выбраны такими, которые позволяют полностью открыть усилительные транзисторы типа П201 (падение напряжения между коллектором и эмиттером не более 0,5 *в*) при токе коллектора около 0,4—0,5 *а*, чего вполне достаточно для приведения в действие электродвигателя мощностью до 10 *вт* при напряжении источника питания 24 *в*.

СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ПОМЕХОЗАЩИЩЕННОСТИ УСТРОЙСТВ УПРАВЛЕНИЯ С ЧИСЛО-ИМПУЛЬСНЫМ КОДОМ

Вопрос повышения помехоустойчивости системы управления на расстоянии является важнейшей проблемой при конструировании подобной аппаратуры, так как искажение сигналов и возникающие в системах телеуправления помехи могут приводить к авариям управляемых объектов.

Числовые системы, работающие с информацией дискретного вида, обладают тем существенным преимуществом, что параметры канала связи не оказывают влияния на передаваемое число импульсов в кодовой группе. Искажения, вносимые параметрами канала связи, отражаются лишь на форме импульсов, но не на общем числе импульсов. Но не исключена возможность возникновения помех, обусловленных индуктированием в канале связи, особенно в радиолинии, посторонних импульсов, от воздействия, например, грозового разряда или от мощного передатчика, случайно работающего на частоте, близкой к резонансной частоте радиоприемника устройства управления, и т. п. При этом возможно как появление лишних импульсов, так

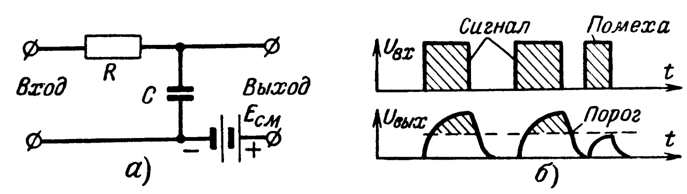


Рис. 54. Схема интегрирующей цепи (*а*) и форма импульсов на входе и выходе схемы (*б*).

и исчезновение одного или нескольких импульсов при передаче.

Чтобы исключить влияние помех импульсного характера на систему управления, необходимо применение специальных защитных устройств, которые позволяли бы системе реагировать только на сигналы управления.

Для подавления импульсов помех, имеющих более короткую длительность по отношению к основному сигналу, например таких, как помехи, создаваемые грозовыми разрядами, длительность которых измеряется несколькими миллисекундами, можно рекомендовать схемы селекции по длительности Обычно селекцию по длительности осуществляют схемами интегрирования[1] и схемами сравнения длительности импульсов, поступающих из канала связи с длительностью импульсов, генерируемых в местной цепи

Первая схема приведена на рис. 54,*а*; в ней поступаю-

[1] Название говорит о том, что выходное напряжение, всегда пропорциональное интегралу зарядного тока по времени, окажется пропорциональным интегралу входного напряжения, если мы выбрали достаточно большое сопротивление *R*

щие на вход кодовые импульсы и импульсы помех заряжают конденсатор C. Кодовые импульсы как более длительные создают на емкости бо́льшие пики напряжения, нежели импульсы помех, так как первые успевают сообщить конденсатору больший заряд.

Благодаря наличию отрицательного смещения, включенного в нижний провод выходной цепи, схема обладает ограничительным эффектом «снизу» (рис. 54,*б*) и практически пропускает только кодовые импульсы.

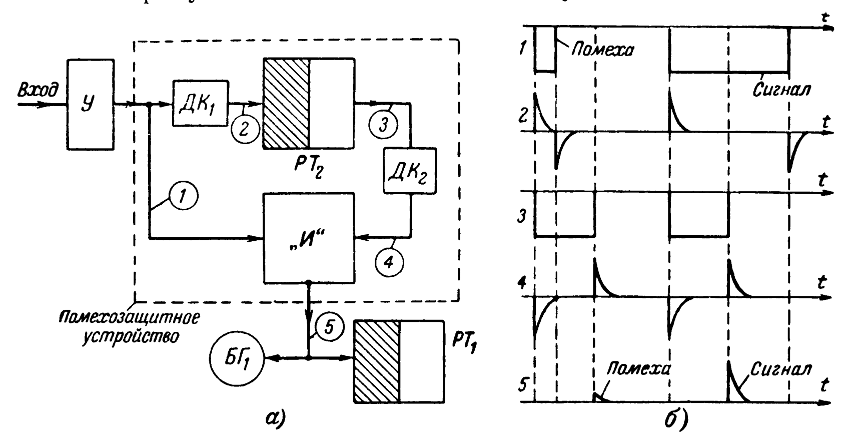


Рис. 55. Блок-схема помехозащитного устройства, основанного на принципе сравнения длительности импульсов (*а*), и форма импульсов в основных узлах схемы (*б*).

1 — напряжение на выходе усилителя *У* и входах схемы «И»; *2* — напряжение на выходе дифференцирующей цепи $ДК_1$, *3* — напряжение на выходе реактивного триггера $РТ_2$; *4* — напряжение на выходе дифференцирующей цепи $ДК_2$; *5* — напряжение на выходе схемы «И».

Блок-схема помехозащитного устройства, работающего на принципе сравнения длительности поступающих импульсов с длительностью импульсов, вырабатываемыми местной схемой, приведена на рис. 55,*а*. Каждый поступающий на вход схемы кодовый импульс или импульс помехи подается на схему «И» и одновременно через дифференцирующую цепь $ДК_1$ — на реактивный триггер $РТ_2$. Импульс, генерируемый реактивным триггером, дифференцируется и подается на второй вход схемы «И».

Обычно длительность импульса, генерируемого реактивным триггером, выбирается равной половине длины кодового импульса. Следовательно, если триггер был за-

пущен короткой помехой, то совпадения сигналов в схеме «И» (поступающих с дифференцирующей цепи $ДК_2$ и выхода усилителя) не произойдет и сигнал на выходе схемы «И» будет отсутствовать (рис. 55,*б*). При поступлении с линии кодового импульса в схеме «И» происходит совпадение по времени управляющего импульса и импульса, генерируемого реактивным триггером. В результате на выходе появляется импульс сигнала.

Практическая схема сравнения приведена на рис. 56, где T_1 — транзистор усилителя; T_2, T_3 — транзисторы реактивного триггера; $Д_1$, $Д_2$ — диоды схемы «И». Дифференцирующая цепь $ДК_2$ состоит из сопротивления R_{10} и

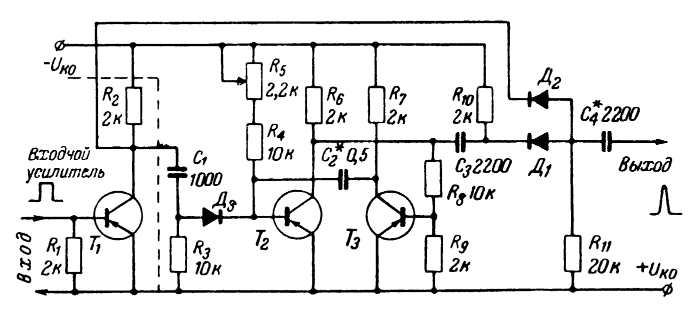


Рис 56. Принципиальная схема помехозащитного устройства, оснозанного на принципе сравнения длительности импульсов, поступающих на вход, с длительностью импульсов, вырабатываемых местной схемой.

конденсатора C_3. Длительность импульса, генерируемого реактивным триггером, регулируется потенциометром R_5.

Выше был рассмотрен способ устранения помех, имеющих отличительные качества от кодовых импульсов. А как же защитить систему управления от ложного срабатывания при поступлении помех, не имеющих отличительных качеств? Напрашивается один ответ: передавать каждую команду дважды. Если при этом получится расхождение между двумя переданными командами, то можно заключить, что появилась ошибка. С помощью передачи команды трижды можно не только обнаружить, но и исправить ошибку, так как две из трех передач совпали бы, за исключением того случая, когда имеют место две или более ошибок.

Этот способ контроля и исправления ошибок основан на контроле по избыточной информации и реализуется

в системе управления с число-импульсным кодом только для обнаружения ошибок следующим образом

Вместо того чтобы посылать каждую команду дважды, посылают одну с удвоенным числом импульсов, т. е. каждую команду передают четным числом импульсов. В этом случае обнаружение ошибки производится с помощью счетчика до 2 (триггер *T* со счетным входом, рис 57), указывающего четность или нечетность поступающих импульсов. Этот счетчик в случае обнаружения ошибки за счет наличия ключа «И» не разрешает прохождения на выход схемы ложной команды.

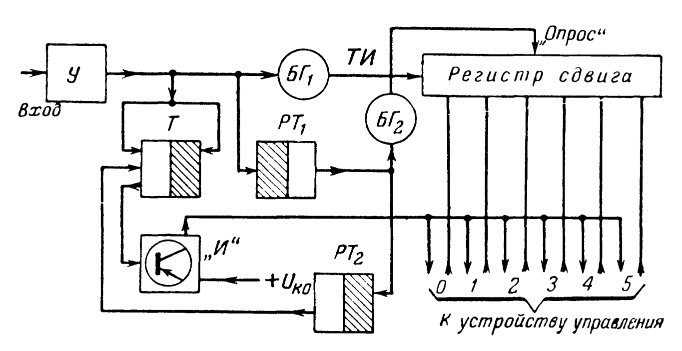


Рис. 57. Блок-схема дешифратора число-импульсного кода с распознаванием ошибок.

Триггер со счетным входом *T* после приема ложной команды возвращается в исходное состояние импульсом, генерируемым реактивным триггером PT_2.

Таким образом, приемное устройство реагирует только на кодовые группы с четным числом импульсов. И всякий раз, когда в передаваемой команде число импульсов в кодовой группе за счет импульсов помех увеличивается или уменьшается на один импульс (при наличии одной помехи), команда воспринимается дешифратором как ложная и не передается в устройство управления.

Описанные схемы помехозащиты весьма эффективны и могут быть рекомендованы для применения.

КОДО-ИМПУЛЬСНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПО РАДИО

Одним из основных достоинств число-импульсных схем является заманчивая простота построения подобных устройств. Однако эти системы весьма не экономичны

в отношении использования канала связи при передаче большого числа команд, так как при этом значительно увеличивается время передачи каждой команды. Иначе говоря, этот код обладает большой избыточностью информации.

От этого недостатка свободны кодо-импульсные системы, в которых для передачи команд по линии связи используется небольшое число импульсов. Поэтому эти системы сами по себе более помехоустойчивые.

В кодо-импульсных системах могут быть применены различные качественные признаки и принципы образования кода. До настоящего времени практическое применение получил так называемый двоичный код Этот код основан на использовании представления команд в виде двоичных чисел, где каждый разряд двоичного числа представляется в виде дискретных значений: «1» и «0».

Обычно каждая команда представляется двоичным числом с одинаковым количеством разрядов, так как при этом значительно упрощается построение аппаратуры. Двоичный код с одинаковым числом разрядов принято называть равномерным кодом.

В этом случае каждая команда представляется различным сочетанием двоичных разрядов и вместо термина кодовая группа импульсов, используемого в число-импульсной системе, применяется термин кодовая комбинация импульсов.

Основным недостатком кодо-импульсных систем является некоторая сложность построения аппаратуры, главным образом дешифрирующих устройств, и поэтому подобные системы не находили широкого распространения В недавнем прошлом большинство систем телеуправления как у нас, так и за рубежом основывалось на применении число-импульсных кодов.

В настоящее время в связи с широким развитием вычислительной техники на базе бесконтактных средств коммутации были разработаны достаточно простые схемы дешифрации двоичных кодов, которые в свою очередь позволили значительно упростить кодо-импульсные системы управления.

Другой, более важной причиной широкого применения кодо-импульсных систем является простота сопряжения их с электронными вычислительными машинами дискретного действия, применяемыми для автоматического управления производственными процессами, в которых перерабатывае-

мая информация представляется также в двоичном коде.

Принцип построения электронных устройств кодо-импульсных систем управления в основном тот же самый, что и электромеханических (см. рис. 44). Они также на передающей стороне, т. е. у оператора, должны иметь стартстопный или синхронный распределитель и шифрирующее устройство, а на приемном конце, т е. на управляемом объекте — соответственно стартстопный или синхронный распределитель и дешифрирующее устройство.

Блок-схема одного из вариантов передающей части устройства, обеспечивающая стартстопное корректирова-

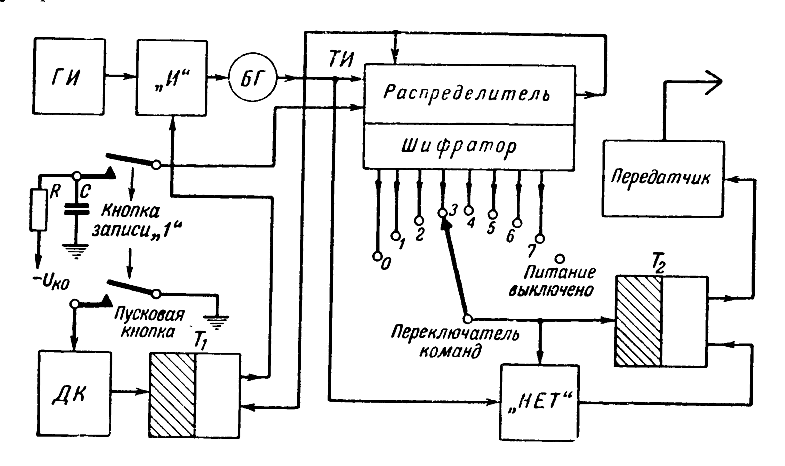


Рис. 58. Блок-схема передающей части кодо-импульсной системы.

ние приемного распределителя, изображена на рис. 58. Она состоит из непрерывно работающего генератора импульсов *ГИ*; схемы «И», осуществляющей стартстопное включение передающего распределителя; ждущего блокинг-генератора *БГ*, продвигающего «1» в распределителе; распределителя импульсов, совмещенного с устройством шифрации; переключателя команд, подготавливающего передачу той или другой команды и служащего также для выключения питания всего устройства; пусковой кнопки; дифференцирующей цепи *ДК*, обеспечивающей однократное срабатывание триггера T_1 при нажатии пусковой кнопки; триггера T_1, обеспечивающего через схему «И» стартстопную работу распределителя; выходного электронного реле-триггера T_2; схемы «НЕТ», вырабатывающей обратный код, необходимый для управления триггером T_2

Кнопка записи «1» служит для установки распределителя в начальное состояние после включения питания.

Передающее устройство рассчитано на передачу восьми команд. Каждая команда передается последовательностью импульсов, представляющих двоичное число, которое состоит из пяти разрядов, например команда № 6—01101, где младший разряд является пусковым, последующие три — кодовыми и последний — стоповым.

В двоичной системе счисления такую последовательность импульсов принято называть последовательным кодом. Код чисел для восьми команд приведен в табл. 5.

Таблица 5

Код чисел для восьми команд

Номер команды	Стоповый импульс	Кодовые импульсы			Пусковой импульс
	Номер разряда				
	5	4	3	2	1
0	0	0	0	0	1
1	0	0	0	1	1
2	0	0	1	0	1
3	0	0	1	1	1
4	0	1	0	0	1
5	0	1	0	1	1
6	0	1	1	0	1
7	0	1	1	1	1

Передающее устройство работает следующим образом. Допустим, что надо послать команду № 3. Устанавливаем переключатель команд в третье положение. Нажимая пусковую кнопку, тем самым переключаем триггер T_1 в другое устойчивое состояние. Триггер T_1, сработав, подключит через схему «И» ждущий блокинг-генератор *БГ* к генератору импульсов *ГИ*. Записанная «1» кнопкой записи «1» под действием тактовых импульсов, генерируемых блокинг-генератором *БГ*, будет передвигаться из одного тора распределителя в другой. Как только закончится цикл работы распределителя, т. е. когда с последнего тора будет записываться «1» в начало регистра сдвига, с этого же тора посылается сигнал в триггер T_1, который придя в исходное состояние, отключит генератор импульсов от ждущего блокинг-генератора. Схема приходит в исходное состояние и становится готовой к новому запуску.

Распределитель во время своей работы подает сигналы в шифратор, который на каждом своем выходе выдает соответствующую последовательность импульсов, присвоенную той или другой команде. Последовательность импульсов, соответствующая команде № 3, через переключатель команд поступает в схему «НЕТ» и триггер T_2.

Схема «НЕТ» выдает импульсы только тогда, когда есть импульс на одном из ее входов, и не выдает, когда есть импульсы на обоих входах. Следовательно, при поступлении с переключателя кодовых импульсов триггер срабатывает, а при отсутствии их он под воздействием схемы «НЕТ» возвращается в исходное состояние.

Таким образом, с выхода триггера T_2 снимается последовательность импульсов постоянного тока, которыми затем модулируется радиопередатчик.

Частота задающего генератора *ГИ* должна быть выбрана такой, чтобы без дополнительных устройств блокировки пусковой кнопки оператор не успевал перекрывать одну команду другой. При пяти импульсах, передаваемых за один цикл работы передающего устройства, частота задающего генератора должна быть выбрана не менее 25 *гц*. Длительность каждого импульса при частоте 25 *гц* составит 40 *мсек*, а количество передаваемых команд в минуту — 300.

Для такой скорости передачи команд достаточна весьма узкая полоса пропускания канала связи порядка 40—50 *гц*. При таком узком канале связи высокая помехозащищенность обеспечивается самим каналом.

Принципиальная схема распределителя-шифратора приведена на рис. 59. Ее основой является регистр сдвига, замкнутый в кольцо (торы *1—5*). Эти торы служат: первый — для получения пускового импульса; второй, третий и четвертый — для получения кодовых импульсов и пятый — для разделения стоповым импульсом команд, следующих друг за другом.

Каждый тор регистра имеет три основные обмотки (*I—III*), образующие собственно регистр сдвига, и ряд дополнительных обмоток, образующих шифратор. Шифрирующие обмотки соединены так, что при продвижении «1» вдоль регистра в них возникает последовательность импульсов, соответствующая той или другой команде.

Запись «1» в регистр сдвига, замкнутого в кольцо, осуществляется разрядом конденсатора *С* (при нажатии кнопки записи «1») на записывающую обмотку *IV*. При этом

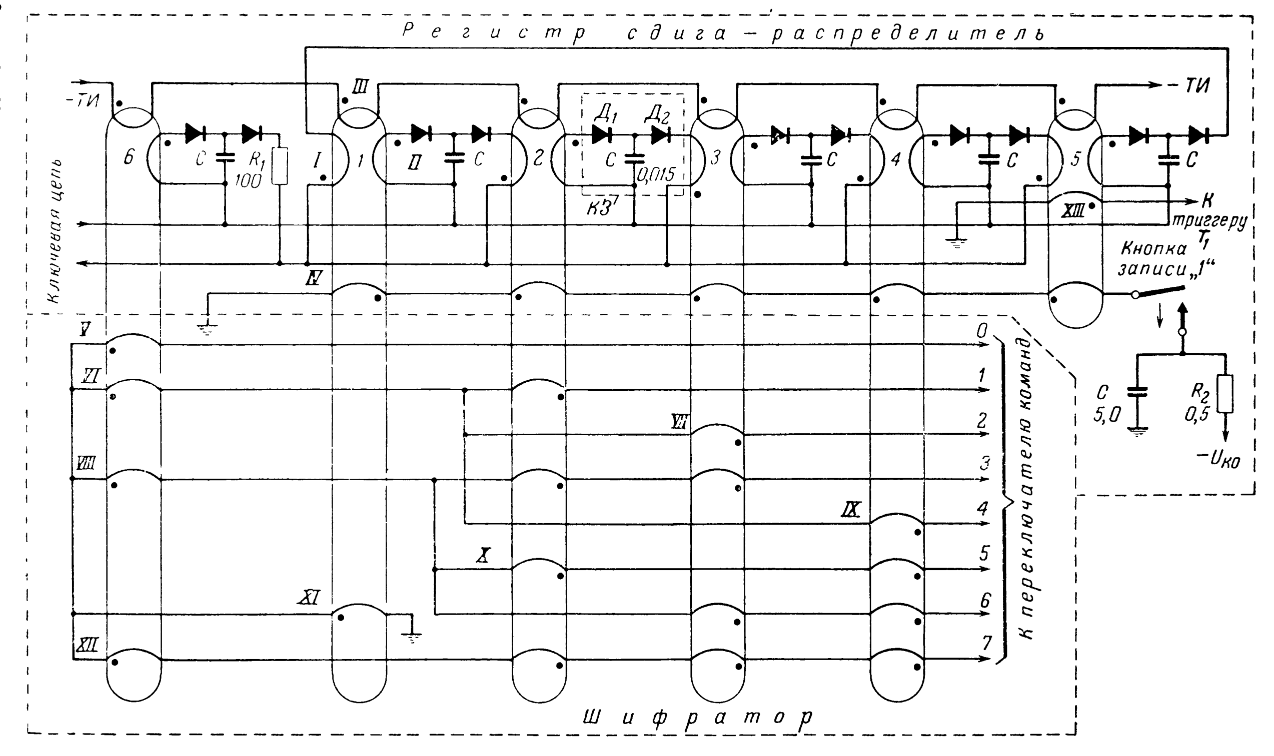


Рис. 59. Принципиальная схема распределителя-шифратора.

тор *1* переводится в состояние «1», а остальные торы — в состояние «0».

Тор *6* является помехозащитным тором шифратора. Число витков на каждой обмотке этого тора берется равным сумме витков, находящихся на шифрирующих обмотках.

Сброс триггера T_1 (см. рис. 58) в конце цикла работы регистра осуществляется напряжением, возникающим в обмотках *XIII* при перемагничивании тора *5* тактовым импульсом из состояния «1» в состояние «0».

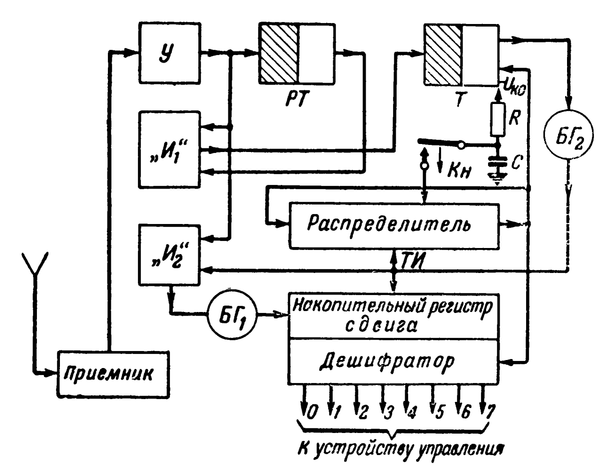


Рис. 60. Блок-схема приемной части кодо-импульсной системы.

Следует отметить, что логический элемент «НЕТ», приведенный на блок-схеме на рис. 58, как таковой отсутствует. Его роль выполняет сам триггер T_2 за счет того, что на его правый вход с блокинг-генератора непрерывно подаются импульсы по амплитуде несколько меньшей величины, чем на левый вход триггера, т. е. точно так же, как осуществлялось устройство «ЗАПРЕТ» во второй модели телеграфного ключа (см. стр. 35).

Схемы остальных устройств блок-схемы на рис. 58 точно такие же, как и в рассмотренных выше принципиальных схемах.

Блок-схема приемной части изображена на рис. 60. Она состоит из усилителя сигналов *У*, реактивного триггера *РТ*, осуществляющего запуск приемного устройства в середине стартовой посылки, т. е. в наиболее неискаженной части

посылки; схемы «$И_1$», которая совместно с реактивным триггером *РТ* исключает запуск приемного устройства (триггера *Т*) импульсами помех, имеющими длительность меньше длительности импульса, генерируемого реактивным триггером; триггера *Т*, управляющего работой блокинг-генератора $БГ_2$. Последний служит для продвижения «1» в распределителе и информации вдоль накопительного регистра сдвига — дешифратора.

Накопительный регистр сдвига служит для накопления поступающей из канала связи информации и, по окончании поступления последней по сигналу, подаваемому из распределителя, осуществляет ее дешифрацию.

Распределитель размеряет цикл работы приемного устройства.

Схема «$И_2$», осуществляет посредством ждущего блокинг-генератора $БГ_1$ передачу информации из канала связи в накопительный регистр сдвига в моменты работы блокинг-генератора $БГ_2$.

Работа приемного устройства происходит следующим образом. Допустим, что с выхода приемника принята команда № 4. Тогда с приходом первого стартового импульса транзистор усилителя открывается и фронтом импульса запускается реактивный триггер *РТ*.

Как только *РТ* возвратится в исходное состояние, с его выхода в схему «$И_1$» поступит короткий импульс, задержанный на половину длины стартового импульса. Если при этом импульс тока на входе усилителя не исчез, т. е. это был не ложный импульс, то на выходе схемы «$И_1$» появится сигнал, от которого сработает триггер *Т*. Последний запустит блокинг-генератор $БГ_2$, который будет генерировать импульсы с частотой импульсов, поступающих на вход приемного устройства, до тех пор, пока триггер *Т* не возвратится в исходное состояние от воздействия импульса, подаваемого с выхода распределителя.

Во время работы блокинг-генератора $БГ_2$ поступающая со схемы «$И_2$» информация на вход накопительного регистра сдвига будет продвигаться вдоль него и одновременно с этим будет продвигаться «1» в распределителе (регистре сдвига, замкнутом в кольцо). Как только цикл работы распределителя окончится, т. е. «1» перепишется из последнего тора в первый, распределитель выдаст импульс, разрешающий произвести дешифрацию, и одновременно переключит триггер *Т* в исходное состояние.

Дешифратор, произведя дешифрацию накопившейся ин-

формации в накопительном регистре сдвига, выдаст сигнал на соответствующем выходе в устройство управления

На этом цикл работы приемного устройства оканчивается, и схема оказывается готовой к приему следующей команды.

Схема накопительного регистра сдвига — дешифратора приведена на рис. 61. Она состоит из регистра сдвига — торы *1—5*, датчика «1» — тор *6*, разрешающего дешифрацию транзистора T_8, и выходных усилительных каскадов — транзисторы T_0—T_7.

Регистр сдвига служит для накопления поступающих из канала связи импульсов кодовой комбинации с тем, чтобы по окончании приема кодовой комбинации произвести ее дешифрацию. Для этой цели в торах регистра сдвига, помимо основных обмоток (входной, выходной и тактовой), имеются дешифрирующие обмотки по числу принимаемых команд, соединенные соответствующим образом.

Принцип дешифрации основан на сравнении напряжения, наводимого в дешифрирующих обмотках в момент перемагничивания торов тактовыми импульсами, с «опорным» напряжением, наводимым в обмотках тора *6* — датчике «1».

Допустим, что мы принимаем команду *7*; тогда после четвертого срабатывания $БГ_2$ (см. рис. 60) все торы накопительного регистра будут перемагничены в состояние «1». В распределителе «1» будет находиться в торе *5*. Когда поступит пятый тактовый импульс, информация в накопительном регистре сдвига будет сдвигаться на один шаг, а в распределителе «1» будет переписываться в первый тор Тогда с пятого тора распределителя поступит испульс, разрешающий дешифрацию. От этого импульса откроется транзистор T_8 (см. рис. 61) и замкнется цепь дешифрирующих обмоток. В результате сложения напряжений в дешифрирующих обмотках и вычитания из опорного напряжения, создаваемого в торе *6* — датчике «1», получим напряжение отрицательного знака только на входе седьмого усилительного каскада, а на входах всех остальных усилительных каскадов — напряжение положительного знака. Транзистор T_7 откроется и выдаст сигнал команды № 7 в устройство управления, тогда как остальные транзисторы останутся в закрытом состоянии. На схеме рис. 61 над каждым рядом дешифрирующих обмоток можно прочитать коды, присвоенные каждому выходу дешифратора, а под нижним рядом обмоток указаны условные

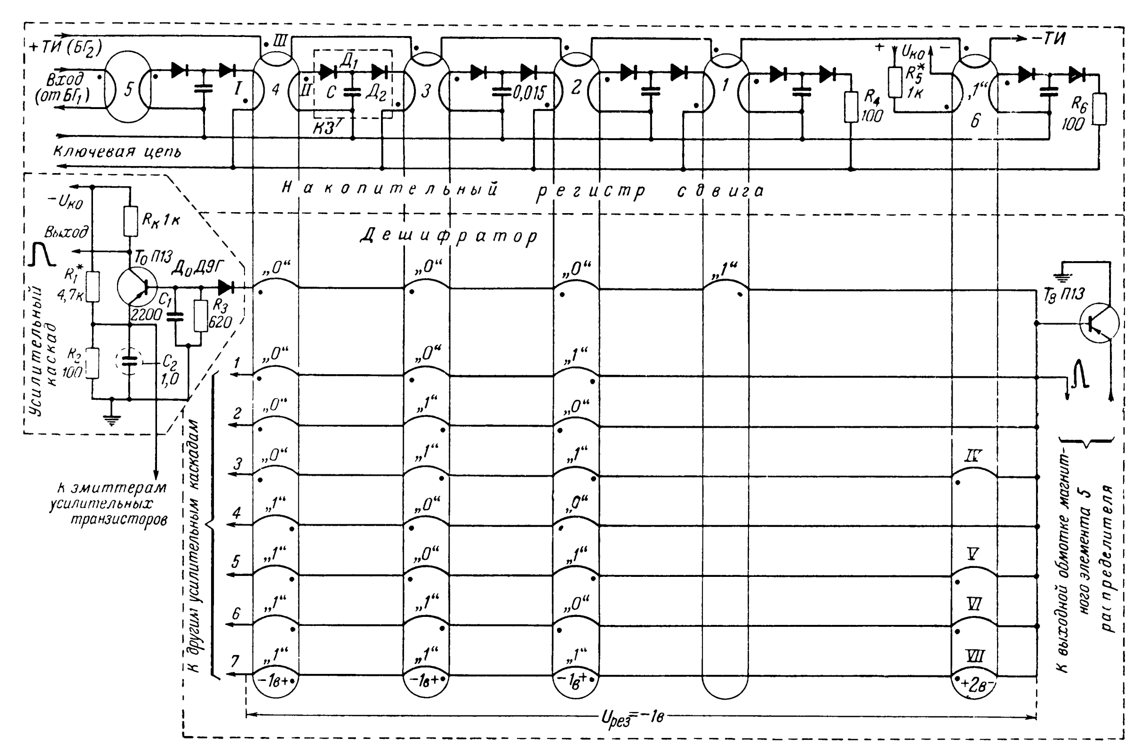


Рис. 61. Принципиальния схема дешифратора.

напряжения, возникающие под действием импульсов кода в данном ряду дешифрирующих обмоток.

Аналогичным образом происходит дешифрация и остальных команд. Диоды ($Д_0$—$Д_7$) на входе усилительных каскадов служат для предотвращения протекания уравнительных токов через входы усилительных каскадов в момент накопления информации регистром сдвига при закрытом транзисторе T_8.

Конденсаторы C_1—C_7 служат для блокировки входов усилительных каскадов от импульсов помех, возникающих в момент дешифрации из-за неточного совпадения импульсов по длительности, генерируемых в дешифрирующих обмотках и обмотках тора опорного напряжения. К тому же эти импульсы помех в усилительных каскадах ограничиваются положительным автоматическим смещением, подаваемым на базы транзисторов с делителя напряжения, составленного из сопротивлений R_1 и R_2.

Тор *5* регистра сдвига, имеющий сердечник с обычной петлей гистерезиса (оксифер), служит для гальванической развязки между коллекторной цепью $БГ_1$ и цепью задержки *КЗ*, которая задерживает импульс, генерируемый блокинг-генератором $БГ_1$, на время действия тактового импульса, генерируемого блокинг-генератором $БГ_2$.

Подобная схема дешифратора была практически многократно проверена, легко и быстро налаживается и обладает высокой работоспособностью. Обычно налаживание сводится к подбору напряжения на обмотках опорного тора за счет изменения подмагничивающего тока сопротивлением R_5 и изменения напряжения автоматического смещения на усилительных каскадах сопротивлением R_1.

В дешифраторе, основанном на компенсации напряжения, максимальное число дешифрируемых команд определяется возможным числом витков, размещаемых на сердечнике магнитного элемента. Например, с помощью магнитного элемента, сердечник которого имеет наружный диаметр 7 *мм*, можно дешифрировать до 100 команд (при одном витке в каждой дешифрирующей обмотке).

Принципиальная схема триггера *Т* и блокинг-генератора $БГ_2$ с температурной стабилизацией частоты (см. блок-схему на рис. 60) приведена на рис. 62, а схема ключа «$И_2$» — на рис. 63. Схема «$И_2$» имеет два входа (вход *1* — импульсный и вход *2* — потенциальный).

Схемы усилителя импульсов *У*, реактивного триггера *РТ* и элемента «$И_1$» точно такие же, как на рис. 56.

Схема распределителя представляет собой обычную схему регистра сдвига, состоящего из пяти магнитных элементов, замкнутых в кольцо, в котором запись «1» осуществляется обычным способом в первый тор.

Конструктивно устройство с кодо-импульсной системой

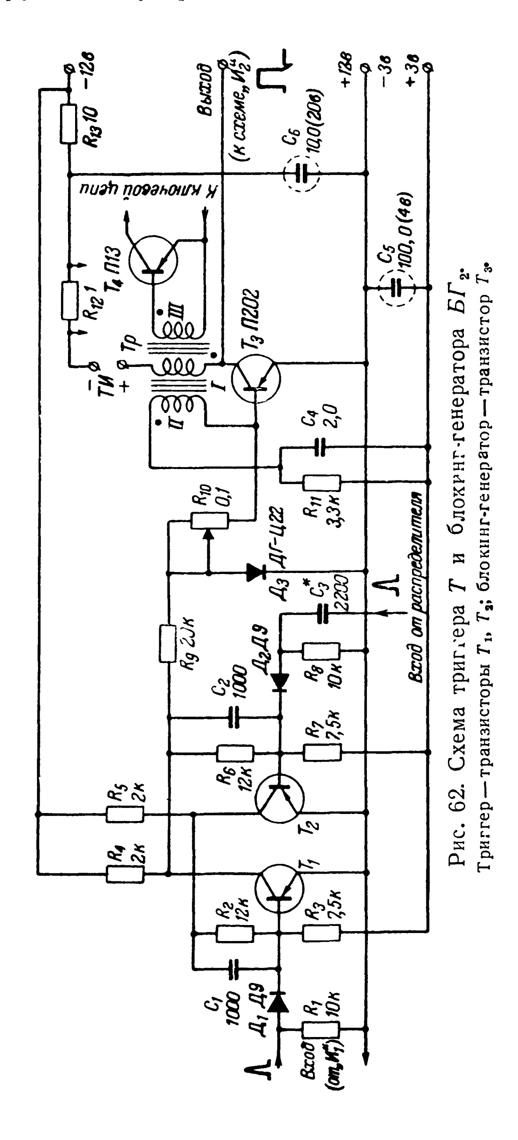


Рис. 62. Схема триггера T и блокинг-генератора $БГ_2$.
Триггер — транзисторы T_1, T_2; блокинг-генератор — транзистор T_3.

управления может быть выполнено аналогично устройству с число-импульсным кодом. Данные торов обмоток и трансформатора приведены в табл. 6.

Таблица 6

Данные торов и трансформатора

Тор или трансформатор	Материал	Число витков в обмотках								
		1	2	3	4	5	6	7	8	12
	Шифратор (рис. 59)									
1, 2, 3, 4	Феррит К-65; $d_н$=4,35 *мм*; $d_{вн}$=2,35 *мм*; h=2,26 *мм*	40	60	8	1	(остальные обмотки по 15 витков)				
5	То же	40	60	8	1	—	—	—	—	—
6	„ „		60	8		15	30	—	45	60
	Дешифратор (рис. 61)									
1, 2, 3, 4	Феррит К-65: $d_н$=7 *мм*; $d_{вн}$=4 *мм*; h=2,1 *мм*	30	80	3	(остальные обмотки по 5 витков)					
6	То же	80	80	3	5	5	5	10	—	—
5	Оксифер: μ=2 000; $d_н$=7 *мм*; $d_{вн}$=4 *мм*; h=2 *мм*	5	130	—	—	—	—	—	—	—
	Блокинг-генератор (рис. 62)									
	Ш-образный оксифер μ=2 000; сечение 7×7 *мм*	40	105	60	—	—	—	—	—	—

Недостатком рассмотренного устройства является малая стабильность частоты блокинг-генератора $БГ_2$ (см. рис. 60) при изменении напряжения источника питания. Этот недостаток не так важен, так как в случае ухода частоты $БГ_2$ во время работы ее можно легко подстроить из-

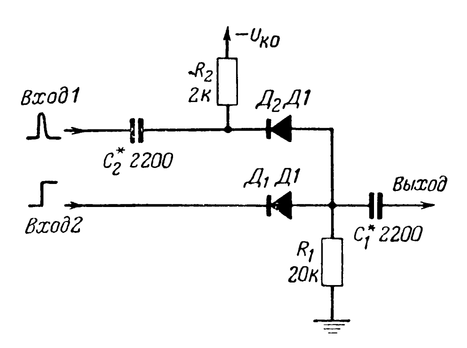


Рис 63. Схема „И" на диодах (вход *1*—импульсный, вход *2*—потенциальный).

менением частоты задающего генератора передающего устройства.

Однако последнее для некоторых устройств может быть нежелательным. Поэтому для систем более высокого класса можно рекомендовать вариант схемы с непрерывно работающим высокостабильным генератором, подключаемым ключом «И» на время приема кодовой комбинации.

Блок-схема приемной части с непрерывно работающим генератором приведена на рис. 64, где непрерывно работающий генератор *ГИ* подключается к схеме ключом «И3»

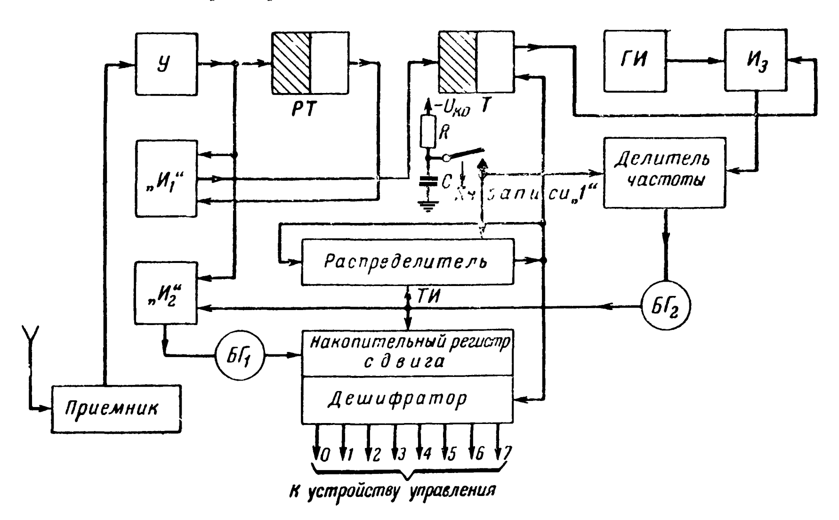


Рис. 64. Блок-схема приемного устройства с непрерывно работающим местным генератором *ГИ*.

при срабатывании триггера *Т*. Для того чтобы уменьшить расхождение фазы между необходимым моментом фиксации поступающих на вход импульсов из канала связи и началом импульсов, поступающих с *ГИ*, частоту следования импульсов последнего необходимо выбирать не менее чем в 20 раз выше частоты следования импульсов, поступающих с канала связи, понижая затем частоту *ГИ* делителем частоты. В этом случае момент фиксации поступающих из канала связи кодовых импульсов будет изменяться не более чем на ±5%. Такое приемное устройство будет способно правильно принимать кодовые импульсы, удлиненные или укороченные импульсами помех до ±45% (идеальные системы допускают укорачивание или удлине-

ние импульсов на ±50%). В остальном схема подобна схеме, приведенной на рис. 60.

Если в рассмотренных устройствах число передаваемых команд окажется недостаточным, их можно увеличить за счет увеличения числа кодовых импульсов. Но при этом потребуется удлинять время передачи каждой команды и повышать частотную стабильность задающих генераторов. При уменьшении времени передачи каждого импульса (чтобы сохранить прежним общее время передачи одной команды) будут ухудшаться условия прохождения импульсов в канале связи. Однако увеличение числа кодовых импульсов до 6—8 и повышение частоты до 60—70 *гц* вполне допустимы.

Есть другой способ увеличения числа передаваемых команд, который не требует укорачивания импульсов. Этот способ основан на применении так называемого регистрового кода, заимствованного из телеграфии, сущность которого состоит в том, что на передающей станции из имеющихся датчиков команд два отводятся под регистровые комбинации. В этом случае все комбинации делятся на две части: основные и вспомогательные, например так, как это сделано в пишущих машинках, где для отпечатывания заглавных букв необходимо сначала нажать соответствующий регистр. То же самое происходит и при электронном управлении; например, чтобы передать команды, относящиеся ко вспомогательным, сначала посылают регистровую комбинацию.

На приемном конце регистровые комбинации дешифрируются, и при получении одной из них, например, первой, в местных цепях добавляется кодовый импульс, а при получении второй — этот импульс выключается. В результате этого получаем как бы один дополнительный кодовый импульс. Тогда при трех кодовых импульсах, фактически посылаемых в линию, получим $2^{3+1}—2^2=12$ комбинаций. При четырехзначных комбинациях получим $2^{4+1}—2^2=$ $=28$ комбинаций и т. д.

Достоинством регистрового кода является также и то, что на каждые две команды необходимо иметь только один датчик, который на одном регистре будет посылать одну команду, а на другом — другую.

Регистровый способ увеличения количества передаваемых команд по каналу связи практически хорошо себя зарекомендовал.

Выше указывалось, что в системах с число-импульсным

кодом для обнаружения ошибок, возникающих при передаче команд по каналу связи, необходимо было увеличить число импульсов и интервалов в 2 раза. В кодо-импульсной системе для этой цели необходимо добавить всего только один кодовый импульс. При этом не требуется усложнять схему аппаратуры.

Допустим, что требуется построить восьмиканальную аппаратуру с обнаружением ошибки. В обычной аппара-

Таблица 7

Код с обнаружением ошибок (для восьми команд)

Номер команды	Номер разряда кодовых импульсов			
	4	3	2	1
1	0	0	0	0
2	0	0	0	1
3	0	0	1	0
4	0	1	0	0
5	1	0	0	0
6	0	0	1	1
7	0	1	1	0
8	1	1	0	0
9	1	0	0	1
10	1	0	1	0
11	0	1	0	1
12	0	1	1	1
13	1	1	1	0
14	1	1	0	1
15	1	0	1	1
16	1	1	1	1

туре необходимо было иметь три кодовых импульса, что позволяло получать $2^3=8$ команд. В аппаратуре с обнаружением ошибки необходимо передавать четыре кодовых импульса, что позволит получить $2^4=16$ команд. Код этих команд приведен в табл. 7.

Если мы из этих команд будем передавать только команды, содержащие четное количество «1» (в табл. 7 команды 1, 6, 7, 8, 9, 10, 11 и 16), то получим код с обнаружением ошибки, т. е. обнаружение ошибки достигается за счет увеличения избыточности информации. Например, передаем команду № 6, которой соответствует код 0011. Предположим, что вследствие помех пропал кодовый импульс первого разряда; тогда в дешифратор поступит комбинация 0010, соответствующая команде № 3, которая дешифратором не дешифрируется и не будет воспринята приемным устройством. При добавлении одной «1» в приемное устройство поступит комбинация 0111 или 1011, которые также дешифратором не дешифрируются. Следовательно, при любом появлении в кодовой комбинации одной ошибки эта комбинация приемным устройством не воспринимается.

ИЗБИРАТЕЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ НЕСКОЛЬКИМИ ОБЪЕКТАМИ ПО ОДНОМУ КАНАЛУ СВЯЗИ

Выше мы рассмотрели принципы работы и устройство аппаратуры для управления одним объектом или движущейся моделью. Рассмотрим теперь возможность управления несколькими моделями. Допустим, что необходимо с одного трактора управлять работой группы тракторов, выполняющих сельскохозяйственные работы. Для управления трактором, а также навесными и прицепными орудиями, имеющимися у трактора, необходимо передавать около восьми команд. Управление группой тракторов можно осуществить с одного пульта, команды которого будут передаваться одним передатчиком на все тракторы, входящие в управляемую группу.

Для группового управления можно воспользоваться адресным способом, применяемым в вычислительных машинах. Сущность этого способа состоит в том, что перед кодом каждой команды посылается код адреса. Последний указывает, какому объекту посылается данная команда.

В приемной части дешифрирующее устройство должно состоять из двух дешифраторов: первый — для дешифра-

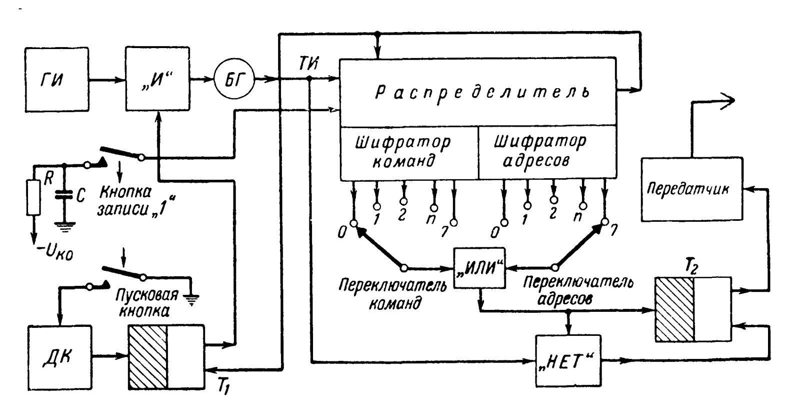


Рис. 65 Блок-схема передающей части группового управления объектами.

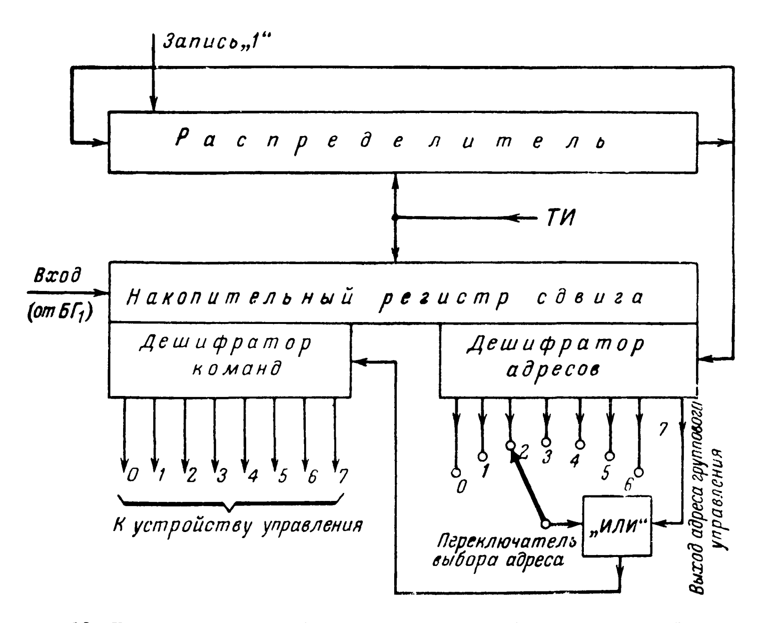


Рис. 66. Блок-схема дешифрирующего устройства приемной части группового управления объектами ($БГ_1$ см на рис. 60).

ции адреса и второй для дешифрации команд Если принимаемый код адреса соответствует данному объекту, то последний посылает разрешающий сигнал в дешифратор команд.

Для того чтобы было возможным подавать команды одновременно на все объекты, т. е вести циркулярную передачу, одна из команд адреса устанавливается общей.

Блок-схема группового управления объектами приведена на рис. 65. Эта схема отличается от схемы на рис. 58 тем, что на регистре сдвига, имеющем число ячеек, равное сумме разрядов в коде адреса и коде команд, установлены два раздельных шифратора. Один из шифраторов служит для выбора команд, а второй—для выбора адреса.

Блок-схема дешифрирующей части приемного устройства изображена на рис. 66. Отличие этой схемы от схем на рис. 60 и 64 состоит в том, что на накопительном регистре устраиваются два дешифратора: первый — для дешифрации команд и второй — для дешифрации адресов.

Присвоение адреса тому или другому объекту группы осуществляется переключателем выбора адреса. Выход переключателя адреса и выход адреса группового управления объединены общей схемой «ИЛИ».

ЛИТЕРАТУРА

Полетаев И А, Сигнал, Изд. «Советское радио», 1958

Котов П А, Сергиевский Б Р и Шляпоберский В. Н, Курс телеграфии, Воениздат, 1952

Казарян Р А, Кувшинов Б Н. и Назаров М В, Элементы общей теории связи, Госэнергоиздат, 1957

Мартынов Е. М, Бесконтактные переключающиеся устройства, Госэнергоиздат, 1958.

Логинов В Н, Радиотелеуправление, Госэнергоиздат, 1950

Клементьев С Д., Модели, управляемые по радио, Гоэнергоиздат, 1951.

Бруинсма А Х, Радиоуправление моделями кораблей, Госэнергоиздат, 1957

Клементьев С Д, Телеавтоматика, Учпедгиз, 1958.

Соболевский А Г, Импульсная техника, Госэнергоиздат, 1958

Майоров Ф В, Электронные цифровые вычислительные устройства, Госэнергоиздат, 1957

Кобринский Н и Пекелис В, Быстрее мысли, Изд «Молодая гвардия», 1959

Рогинский В Ю, Полупроводниковые выпрямители, Госэнергоиздат, 1957.

Малинин Р М, Конденсаторы и сопротивления, Воениздат, 1959

ПАРАМЕТРЫ НЕОНОВЫХ ЛАМП

Тип лампы	Род тока	Номинальное напряжение, *в*	Наибольшее напряжение зажигания, *в*	Наибольший ток, *ма*	Срок службы, *ч*	Наибольшие габаритные размеры, *мм*		Дополнительное сопротивление
						Диаметр	Длина	
СН-1	Переменный	220	150	20	1 000	56	90	Балластное сопротивление встроено в лампу
СН-2	„	127	82	30	1 000	56	90	
МН-3	Постоянный	—	65	1	300	15	37	Внешнее балластное сопротивление, ограничивающее ток до 1 *ма*
МН-4	„	—	80	2	500	15	37	—
МН-5	Переменный	180	150	0,2	200	9,5	34,5	Внешнее балластное сопротивленее 300 *ком* и шунтирующее сопротивление 1 *Мом*
МН-6	Постоянный	—	90	0,8	100	6,8	28	Внешнее балластное сопротивление, ограничивающее ток до 0,8 *ма*
МН-7	„	—	87	2	200	15	40	Внешнее балластное сопротивление, ограничивающее ток до 2 *ма*
МН-8	„	—	85	1	200	9,5	34,5	—
МН-11	„	—	85	5	100	14,5	42	—
ПН 1	„	220	200	1	300	15,5	45	Внешнее балластное сопротивление порядка 80 *ком*
ФН-2	Переменный	—	140	1	100	9,2	26	Внешнее балластное сопротивление, ограничивающее ток до 1 *ма*
ВМН-1	„	—	160	2	—	9	51	Внешнее балластное сопротивление, ограничивающее ток до 2 *ма*
УВН-1	„	—	550	—	—	10	70	Последовательно с лампой включается конденсатор
ПН-3	Постоянный	—	90	0,5	300	15,5	45	—

Примечание. Лампы типа МН-3 распределяются по напряжению зажигания на отдельные группы: до 48 *в*, 48—50 *в*; 51—53 *в*; 54—56 *в*; 57—59 *в* и 60—65 *в*.

СОДЕРЖАНИЕ

Цена 3 руб.

С 1/I 1961 г. цена 30 коп.